دكتور مصطفى زايد

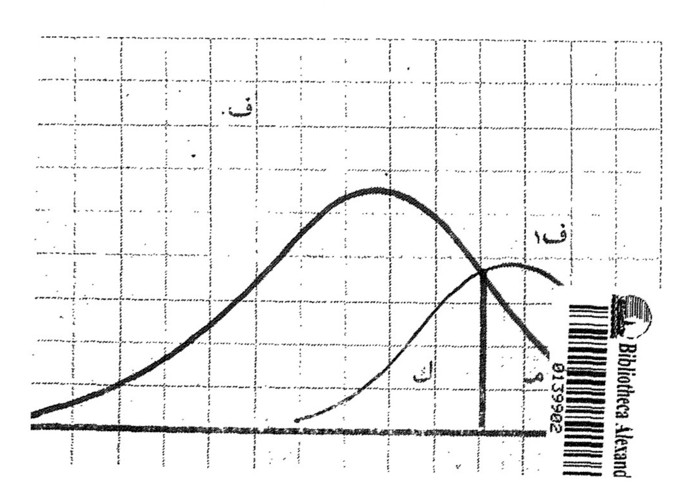
دكتوراه في الإحصاء - بحوث عمليات
دبلوم محاسبة ومراجعة - دبلوم تكاليف

الإحصاء والاستقراء

الجزء الثاني

منطــق الاستقــراء

الطبعة الأولى ١٩٩١



دكتور مصطفى زايد

دكتوراه في الإحصاء - بحوث عمليات
دبلوم محاسبة ومراجعة - دبلوم تكاليف

الإحصاء والاستقراء

الجزء الثاني

منطق الاستقراء

الطبعة الأولى ١٩٩١

٥ شارع محمد طلعت - العجوزة
ت : ٣٤٨٨٣٥٢ / ٣٤٩٦٥٦٤

بسم الله الرحمن الرحيم

إلى زوجتي وأولادي

عمرو وطارق وأحمد

مصطفى زايد



تقديـــم

إلى المهتمين بالمنهج العلمي والمعرفة العلمية من فلاسفة العلم والإحصائيين والباحثين والعاملين في مختلف المجالات الاجتماعية والاقتصادية والإدارية والفيزيائية والحيوية والطبيعة ، ... يقدم هذا الكتاب عرضاً شاملاً لوظيفة الاستقراء .

ولقد صدر الجزء الأول من الكتاب ، وتناول « أسس الاستقراء » حيث تم عرض مبادئ الاحتمالات والمعاينة العشوائية وتوزيع المعاينة .

وهذا هو الجزء الثاني من الكتاب ، وهو مخصص لعرض « منطق الاستقراء » بشقيه : التقدير واختبارات الفروض ؛ وذلك وفقاً للمنهج الكلاسيكي ، مع عرض لكافة المفاهيم والمصطلحات المتداولة في هذا الشأن . وقد تم عرض بعض أساليب الاستقراء بالقدر الملائم للإيضاح .

أما الجزء الثالث من الكتاب ، والذي سيصدر قريباً بمشيئة الله ، فقد أعد لعرض « أساليب الاستقراء » بصورة شاملة ، ونأمل أن يكون الكتاب بمثابة موسوعة في هذا المجال ينتفع منها الباحثين والمهتمين .

دكتور

مصطفى أحمد عبد الرحيم زايد

الجيزة ، ج.م.ع
يناير ١٩٩١

المحتويات

الباب الأول

مقدمة

١ - ١ المعرفة العلمية

إن العمل العلمي شاق ومضني ، وعلى الباحث إذا كان جاداً في تقديم معارف علمية أن يكون عمقاً نظرياً وعملياً في ناحيتين : الأولى هى مادة بحثه أو حقله والثانية هى القواعد المنهجية . هذه القواعد المنهجية يمكن تصورها كشجرة في الحقل جذورها المنطق وهو المصدر الأساسي للمعرفة العلمية ، فهو العلم المختص بقواعد الإستدلال والمعرفة الصحيحة ، وهو حامل الشجرة وحاميها من السقوط أو التزحزح بسبب الرياح الغريبة والأهواء المتحيزة . وساق الشجرة طرق البحث فهى التي تفحص قواعد المعرفة وتأخذ منها وتمتصها حسب حاجة الإنبات العملية . والأساليب الإحصائية والرياضية يمكن تمثيلها بفروع الشجرة فهى المنسق والمنفذ والمنتج فهى التي تطرح الثمار وتحملها وتعرضها على أفضل ما يكون .

١ - ١ - ١ المنطق

المنطق (Logic) ، علم يختص بقواعد الإستدلال للتوصل إلى المعرفة وتقييمها . والإستدلال (Reasoning) هو إنتقال من مقدمة أو مقدمات إلى نتيجة أو البرهنة على قضية بواسطة قضية أو قضايا أخرى .

ويحدد لنا المنطق منهجان للوصول إلى المعرفة الصحيحة ، الأول منهج الإستنباط والثاني منهج الإستقراء .

الإستنباط (Deduction)

في منهج الإستنباط نبدأ بالمقدمات بإعتبارها مسلمات ومع إستخدام قواعد الإستدلال الصحيحة (دون إجراء تجربة) نصل إلى نتيجة . هذه النتيجة تعد صحيحة طالما كانت المسلمات صحيحة .

وفيما يلي أمثلة لبعض المعارف التي يتم التوصل إليها بإستخدام منهج الإستنباط .

مساحة المربع = (طول الضلع)^{٢}

مساحة الدائرة = ط × مربع نصف القطر

ط = $\frac{٢٢}{٧}$

حجم المكعب = (طول الضلع)^{٣}

حجم الكرة = $\frac{٤}{٣}$ ط (نصف القطر)^{٣}

الإستقراء (Induction)

في هذا المنهج نبدأ من حالات جزئية ، وننتقل منها بإستخدام قواعد الإستدلال الصحيحة ، إلى نتيجة تتعلق بمجموعة أكبر منها .

وهناك كثير من المعارف يصعب التوصل إليها (أو يكاد يكون مستحيلاً) عن طريق الإستنباط ، ويلزم الإستعانة بمنهج الإستقراء ، وفيما يلي بعض من هذه المعارف :

- نسبة الأمية ، نسبة الفقر ، نسبة المدخنين ، نسبة الموافقون على شئ معين .
- معدل البطالة ، معدل الجريمة ، معدل سقطو المطر ، معدل إنتشار المرض .
- متوسط الأجر ، متوط دخل الأسرة ، إنتاجية الفدان ، نسبة الذكاء .
- التفاوت (التشتت) بين الدخول ، بين الذكاء ، بين القدرات الأخرى .

– الإرتباط بين الإنحراف ومستوى المعيشة ، الإرتباط بين الدخل والتعليم ، الإرتباط بين الأجر والإنتاج ، الإرتباط بين التدريب والإنتاجية .

– تقدير حجم السكان ، تقدير حجم الإستهلاك ، تقدير الإحتياجات .

ويستخدم الإستقراء كذلك للتحقق من صحة النتائج التي يتم التوصل إليها عن طريق منهج الإستنباط ، فعلى الرغم من أن النتائج التي يتم التوصل إليها عن طريق هذا المنهج تعد صحيحة ، فإن ذلك مرهون بصحة المسلمات التي يتم الإعتماد عليها . ويثار دائماً الشك في صحة هذه المسلمات وأيضاً في كفايتها ، ونورد بعض الأمثلة :

١ – نسبة الذكور عند الولادة تساوي نسبة الإناث .

٢ – سرعة الضوء ٣٠٠٠٠٠ كم في الثانية .

٣ – حجم السكان ، يمكن التوصل إليه عن طريق الإستنباط ، بإستخدام المعادلة التالية :

حجم السكان = الحجم في تعداد سابق + المواليد – الوفيات + الهجرة الداخلية – الهجرة الخارجية .

غير أن الحكم الذي يتم التوصل إليه يكون صحيحاً فقط في حالة تسليمنا بأن البنود كلها صحيحة ، ولا يوجد ضمان لذلك . فقد يكون حجم التعداد السابق مشكوكاً فيه ، كما أن التسجيلات الخاصة بالإحصاءات الحيوية قد لا تكون كاملة .

٤ – نسبة الأمية ، قد يرى أحد الباحثين التوصل إليها عن طريق منهج الإستنباط كأن يبدأ بالتسليم بصحة النسبة في تاريخ معين (تعداد سابق مثلاً) وبعدها يتم مراعاة أثر العوامل المؤثرة في ذلك مثل :

- التعليم الإجباري : بإعتبار أن كل من يصل إلى سند ٩ سنوات مثلاً لا يعد أمياً .

- برامج محو الأمية .

- كبار السن في التعداد السابق ، ومعظمهم من الأميين ، يمكن إسقاط نسبة كبيرة منهم بسبب الوفاه .

وهكذا .

غير أنه مع ذلك لا يوجد ما يضمن صحة هذه المسلمات وكفايتها فقد يكون هناك تأثيرات بسبب الهجرة الداخلية أو الخارجية ، وكذا التسرب من التعليم ، ....

٥ - جرد البضاعة في الشركات والذي تقوم به الإدارة ، ومراقبي الحسابات يعد نوعاً من الإستقراء والذي يجرى للتحقق من صحة الأرصدة والتي يتم التوصل إليها عن طريق منهج الإستنباط ، حسب المعادلة التالية :

رصيد آخر المدة = رصيد أول المدة + الوارد (مشتريات + مرتجعات من العملاء + مرتجعات من الأقسام الإنتاجية) - الصادر (مبيعات + مرتجعات للموردين + الصادر للأقسام الإنتاجية) .

فعلى الرغم من وجود نظام محاسبي لتسجيل ومراقبة كل هذه الحركة فإنه لا ضمان لصحة المسلمات التي أدت إلى النتيجة . فقد يكون هناك أخطاء حسابية ، أو سرقة ، .... .

١ - ١ - ٢ البحث العلمي (Scientific Research)

لقد تطور البحث في المعرفة عبر تاريخ طويلة ، فمنذ نشأة الإنسان وهو

يسعى نحو المعرفة ، وقد ساهم في ذلك الفلاسفة والعلماء في كل فروح المعرفة . لقد بدأ هذا التطور بخطى بطيئة في البداية ، وقد زاد معدل تطوره ومازال يزيد بدرجة هائلة منذ مطلع القرن العشرين ، حيث تزايد الإعتماد على الرياضيات بصفة عامة ، وعلى الإحتمالات والإحصاء بصفة خاصة . ولا غرابة في ذلك ، فإستخدام الرياضيات يعني إستخدام المنطق . فالنظريات الرياضية بناء قوي نتيجة لتراكم معرفي هائل ، صحيح ، متسلسل ومتواصل جذوره تمتد عبر السنين .

وبدت مظاهر هذا التطور واضحة في البحث بدرجة كبيرة منذ أن قدم عالم الإحصاء فيشر (Fisher,R) أسلوب تحليل التباين عام ١٩٢٤ ، وتصميم التجارب عام ١٩٣٥ ، حيث بين فيشر أن صدق النتائج البحثية يستند إلى منطق الإستقراء ونظراً للطبيعة الإحتمالية المتضمنة ، فإنه يلزم إستخدام أساليب إحصائية لإمكان حساب مستوى دقة النتائج أو درجة عدم التأكد . ويتم الإستقصاء (Investigation) بإستخدام نوعين رئيسيين من التصميمات : التجربة ، والمسح . كما أن كل نوع منها ينقسم إلى العديد من النماذج أو التصميمات المختلفة ، يكون إختيار المناسب منها بمعرفة الباحث *غير أن طبيعة المشكلة غالباً ما تحدد نوع الإستقصاء المستخدم وكذا التصميم الفرعي المناسب ، كما أنه يجب ملاحظة أن كل تصميم بحثي له تحليل إحصائي خاص مناسب له .

التجربة (Experiment)

تتميز التجربة بعمل شئ ما لمعرفة أثره ، أي أن هناك قدر من الحرية والتحكم في المتغيرات – وهذا يؤدي إلى زيادة دقة النتائج .

وتوجد عدة نماذج أو تصميمات تجريبية ، يمكن إدراجها في المجموعات

التالية :

أولاً : تصميمات الوحدة (Single Subject Designs) .

ثانياً : تصميمات متعددة الوحدات (Multi Subject Designs) .

أ - تصميمات تجريبية حقيقية (True experimental Designs) .

ب - تصميمات شبه تجريبية (Quasi experimental Designs) .

المسح (Survey)

وفي هذا النوع من الإستقصاء ، يتم جمع الملاحظات عن وحدات البحث كما هى على حالها بدون تحكم ، وتوجد عدة نماذج أو تصميمات للبحث يمكن تقسيمها إلى ما يلي :

١ - المسوح المستعرضة (Cross Sectional)

وفيما يتم جمع البيانات عن نقطة زمنية معينة (at one Point in Time) .

٢ - المسوح الطولية (Longitudinal Surreys)

وتتعلق بتحليل البيانات عن فترة معينة ، قد تمتد في الماضي أو المستقبل والتصميمات الطولية الأساسية هى :

أ - دراسات الإتجاه (Trend Studies) .

حيث يتم جمع البيانات وتحليلها في أوقات زمنية مختلفة ، وقد تختلف هنا وحدات البحث ، حيث يكون الإهتمام بدراسة الظواهر نفسها..

ب - دراسات الفوج (Cohort Studies)

تتعلق بدراسة لمجموعة معينة من الوحدات يطلق عليها فوج (جيل معين مثلاً) .

يتم جمع البيانات عن الفوج في فترات مختلفة (أي دراسة مجتمع البحث نفسه) ، وتكون الوحدات المبحوثة (العينة) من أصل الفوج ، غير أن العينة قد تختلف في كل فترة .

ج دراسة الشريحة (Panel Studies)

في هذه الدراسة يتم جمع البيانات عبر فترات مختلفة على مجموعة بعينها من الوحدات - وتسمى هذه المجموعة شريحة (Panel) أي أن الدراسة تكون في كل مرة على نفس العينة .

١ - ٢ الإستقراء الإحصائي

الإستقراء الإحصائي (Statistical Inference, Inductive Statistics) هو وصف للكل من خلال الجزء وبلغة الإحصاء هو وصف للمجتمع من خلال عينة وليس الإستقراء الإحصائي هو الطريق الوحيد المتاح للإستقراء ، غير أنه يعد الطريق المنطقي الوحيد المتاح للإستقراء في العلوم غير الرياضية ، وهو على أي حال بناء علمي تم تكوين نظرياته بإستخدام منهج الإستنباط لإستخدامه في عمليات الإستقراء .

ونعرض في هذا الفصل لأسس الإستقراء[١] ، والمناهج المختلفة للإستقراء ، مع تصنيف لأساليب الإستقراء .

---

(١) تم عرض أسس الإستقراء بتفصيل في الجزء الأول من الكتاب .

١ - ٢ - ١ أسس الإستقراء

يقوم الإستقراء الإحصائي على أسس ثلاث : نظرية الإحتمالات والمعاينة العشوائية وتوزيع المعاينة .

الإحتمالات (Probability)

إن الإستقراء الإحصائي كما سبق أن ذكرنا هو وصف للمجتمع من خلال عينة وطالما أن الأمر كذلك فإن النتائج لا تكون مؤكدة ويتم الإعتماد على علم الإحتمالات وهو ذاك الفرع من الرياضيات المختص بالقياس في حالات عدم التأكد .

المعاينة العشوائية (Random Sampling)

يتطلب الإستقراء الإحصائي أن تكون المعاينة عشوائية وتعرف المعاينة العشوائية وتسمى أحياناً المعاينة الإحتمالية أو المعاينة الإحصائية بأنها طريقة للمعاينة يكون فيها لكل وحدة من وحدات المجتمع فرصة أو إحتمال للظهور في العينة ، وهذا الإحتمال يمكن حسابه ولا يساوي صفراً .

إن هذا التحديد الدقيق أمر ضروري ، ذلك أن الإستقراء العلمي لا يأتي من فراغ ، ولكن من حساب علمي ، يعتمد على المنهج الإستنباطي ، ولذا فإن نقطة البداية وهى سحب العينة يجب أن تفصح عن مقدار إحتمال ظهور كل وحدة من وحدات المجتمع بالعينة .

وهناك تحديدات أكثر من ذلك متضمنة في طرق المعاينة المختلفة وهى :

١ - المعاينة العشوائية البسيطة .

٢ - المعاينة المنتظمة .

٣ - المعاينة الطبقية .

٤ – المعاينة العنقودية .

٥ – المعاينة متعددة المراحل .

ويجب ملاحظة أن كل طريقة من طرق المعاينة لها صيغ رياضية خاصة في تحديد حجم العينة وفي عرض النتائج .

وتعد المعاينة العشوائية أساساً لعملية الإستقراء الإحصائي فهى تحقق الموضوعية في الإختيار والبعد عن الذاتية والتحيز وهى تقدم عينة توصف بأنها ممثلة للمجتمع وتصلح لتعميم النتائج على المجتمع كما تمكن من قياس دقة النتائج التي يتم التوصل إليها ، وأكثر من ذلك فهى تمكن من التحكم في هذه الدقة وزيادتها إلى الدرجة المرغوبة . أما في حالة إستخدام طرق المعاينة غير العشوائية فلا نضمن تحقيق أي شئ من ذلك .

توزيع المعاينة (Sampling distribution)

يعد توزيع المعاينة الأساس النهائي في عملية الإستقراء ، فمن هذا التوزيع يمكن الوصول للنتائج وقياس دقتها والتحكم فيها وبدون تحديد هذا التوزيع لا يمكن تنفيذ عملية الإستقراء .

ويعرف توزيع المعاينة لإحصاء معين بأنه توزيع إحتمالي نظري لقيم ذلك الإحصاء الناتجة من كل العينات الممكن سحبها من ذات الحجم وبنفس طريقة المعاينة .

إن توزيع المعاينة يمكن معرفته بعدة طرق[١] ، وأهمها الإعتماد على النظريات الإحصائية . وغالباً ما يؤول الأمر إلى واحد من التوزيعات الإحتمالية

---

(١) راجع الجزء الأول – الباب الرابع .

الشائعة ، وأهما التوزيع الطبيعي ، توزيع ت ، توزيع ف ، توزيع كا٢ ، توزيع ذي الحدين .

١ - ٢ - ٢ مناهج الإستقراء

يوجد عدة مناهج للإستقراء ، وليس هناك إتفاق تام بين الإحصائيين والفلاسفة على المنهج الذي يستخدم وعلى أي حال فإن الإختلافات بين هذه المناهج لا ترجع إلى إختلافات في تفسير القضايا الإحتمالية ، ولكن بسبب إختلاف الفكر في المدارس المختلفة ، ونعرض فيما يلي للمناهج المعروضة ، غير أنه يمكن القول بأن هناك منهجان رئيسيان يشيع إستخدامهما ، المنهج الكلاسيكي ، والمنهج البيزياني ويعد المنهج الأول أكثر إستخداما ، وهو موضوع هذا الكتاب .

المنهج الكلاسيكي (Classical approach)

ويسمى أيضاً المنهج التكراري (Frequency) وقد تم تقديمه وتطويره بواسطة علماء الإحصاء (نيمان (Neyman, J.) بيرسون (Pearson, J.) ، فيشر (Fisher, R.)) منذ عام ١٩٣٠ .

ويعتمد هذا المنهج على المعلومات المتاحة من العينة فقط ، ويسمى بالمنهج التكراري نظراً لأن الإحتمال يطبق ويفسر تبعاً لمفهوم التكرار النسبي .

المنهج البيزياني (Bayesian approach)

وهذا المنهج تم تقديمه وتطويره بجهود كل من جفريز (Jeffreys) ورمزي (Ramsey) وديفنتي (Definetti) وجود (Good) وسافج (Savage) ولندلي (Lindley). وآخرون . وهذا المنهج أسس معتمداً على نظرية بيز

(*) راجع الجزء الأول (٢ - ١ - ٢) .

(Bayes) والتي قدمها عام ١٧٦٣ غير أن المنهج ظهر بعدها متأخراً بحوالي ٢٠٠ عام .

ويتميز هذا المنهج بكونه يعتمد على دليلين ، دليل تصوري أو إعتقادي ودليل أمبريقي .

أ - الدليل التصوري (Conceptual evidence)

وذلك يكون في صورة توزيع قبلي (Prior distribution) لمعلم أو معالم المجتمع (Parameters) . ويتم تكوين هذا التوزيع إستناداً إلى الإحتمالات الذاتية (Subiective Probabilities) والتي تقيس درجة الإعتقاد في قيمه أو قيم المعالم المجهولة . أي أنه في هذا المنهج ينظر إلى معلم المجتمع على أنه متغير عشوائي وله توزيع قبلي معلوم (أي معلوم قبل سحب العينة) .

ب - الدليل الأمبريقي (Empirical evidence)

ويكون ذلك مثلاً في معلومات العينة . وذلك يعد دليلاً موضوعياً (Objective) .

ومن هذين الدليلين ، الذاتي والموضوعي ، يتم تكوين ما يسمى التوزيع البعدي (Posterior distribution) لمعلم المجتمع ، وهذا التوزيع يعد الأساس في الإستقراء .

نظرية القرارات (Decision theory)

يعرضها البعض ضمن مناهج الإستقراء ، غير أنه من الأنسب - نظراً لأهدافها وضعها ضمن وظيفة صنع القرارات .

مناهج أخرى

هناك مناهج أخرى[1] للإستقراء مطروحة ، وهى في جوهرها ترتبط بشكل أو بآخر بالمناهج المذكورة أعلاه ، وأهم هذه المناهج :

١ - الإستقراء الثقوي (Fiducial inference)

قدمه عالم الإحصاء فيشر (Fisher) عام ١٩٣٥ .

٢ - (Likelihood inference)

وقد أسهم فيه العلماء بارنارد (Barnard, G. A.) في ١٩٤٩ والعالم بيرنبوم (Birnbaum, A.) في ١٩٦٢ .

٣ - (Plausibility inference)

تم تقديمه في ١٩٧٦ بواسطة بارندورف نيلسن (Barndorff-Nielsen) .

٤ - (Structural inference)

تم تقديمه عام ١٩٦٨ بواسطة العالم فرازر (Fraser) .

٥ - (Pivotal inference)

تم تقديمه عام ١٩٨٠بواسطة العالم بارنارد (Barnard, G. A.) .

---

(١) انظر (Barnett) ص ٢٧٣ .

١ - ٢ - ٣ أساليب الإستقراء

يمكن تصنيف أساليب الإستقراء تبعاً للعديد من العوامل .

١ - التصنيف حسب الهدف من الأسلوب .

أ - أساليب التقدير (Estimation)

تستخدم غالباً في البحوث الإستكشافية (Exploratory) بهدف تقدير خواص المجتمع مثل : نسبة الأمية ، معدل البطالة ، معدل الجريمة ، متوسط دخل الأسرة ، الإرتباط بين الجريمة والبطالة .

ب - إختبارات الفروض (Hypotheses testing)

تستخدم غالباً في البحوث التوكيدية (Confirmatory) ، بهدف إختبار الفروض حول خواص المجتمع مثل : نسبة الأمية في المجتمع ٣٠ ٪ ، نسبة المرضى بمعرض معين ١٠ ٪ ، متوسط دخل الأسرة لا يقل عن ٥٠٠ جنيه شهرياً ، يوجد إرتباط طردي قوي بين دخل الفرد وحالته التعليمية ، .... .

٢ - التصنيف حسب الخواص المستهدفة

تختلف أساليب الإستقراء حسب الخواص المستهدفة : شكل التوزيع ، المتوسطات ، النسب ، التشتت ، الإرتباط ، التقدير ، ... إلخ .

٣ - التصنيف حسب مستوى القياس للمتغيرات .

يتم تقسيم أساليب الإستقراء حسب مستويات القياس للتغيرات وهى كما يلي مرتبه تنازلياً حسب مستوى القياس .

القياس الكمي .

أ - المستوى النسبي (Ratio)

ب - المستوى الفتري (Interval)

القياس الكيفي

جـ - المستوى الترتيبي (Ordinal)

د - المستوى الإسمي (Nominal)

وفي هذا الصدد نشير إلى الملاحظات الهامة التالية :

أ - كلما زاد مستوى القياس للمتغيرات كلما أمكن إستخدام أساليب إحصائية على مستوى أفضل .

ب - المتغيرات بمستوى قياس معين يمكن التعامل معها بالأساليب الإحصائية المخصصة لهذا المستوى وكذا الأساليب الإحصائية المخصصة لمستوى القياس الأقل .

جـ - إن إستخدام أسلوب إحصائي مستواه أعلى من مستوى قياس المتغير ، يعد خطأ منطقياً ، كما أن إستخدام أسلوب إحصائي مستواه أقل من مستوى قياس المتغير يعد إهداراً وتضحية لبعض المعلومات المتاحة ، أي التضحية بالفرص المتاحة .

٤ - التصنيف إلى إحصاءات معلمية وغير معلمية

يوجد تقسيم شائع لأساليب الإستقراء إلى أساليب معلمية (Parametric) وأخرى لامعلمية (Non Parametric) ، وأساس هذا التقسيم هو مدى توافر بعض الشروط ،وفيما يلي نعرض بعض الإيضاحات عن الإحصاءات اللامعلمية .

الإحصاءات اللامعلمية (Non Parametric Statistics)

هي مجموعة جزئية من مجموعة أساليب الإستقراء الإحصائي وهذه المجموعة من الأساليب تعرض بالمراجع بمسميات مختلفة نعرضها فيما يلي مرتبة حسب درجة شيوعها :

أ - الإحصاءات اللامعلمية (Non Paranetric statistics) .

ب - الإحصاءات اللاتوزيعية (Distribution - free statistics) .

جـ - الإحصاءات اللاشرطية (Assumption - free statistics) .

د - الإحصاءات الثابتة (Robust statistics) .

هـ - الإحصاءات الصلدة (Sturdy statistics) .

و - الإحصاءات السريعة (Quick statistics) .

ولن نحاول تقديم تعريف لكل مصطلح إذ لا يوجد إتفاق على ذلك ولا توجد حدود واضحة بينها - كما أن بعضها لا يتمتع بالصفة الكامنة في المصطلح . وأرى أن هذه الأمور لا تمثل مشكلة للباحث على أي حال - فالخلاف هنا حول مسمى للمجموعة وليس حول الأساليب أو الإختبارات التي تحويها . فهى أساليب إحصائية شأنها شأن سائر الأساليب الأخرى - وكل ما يميزها هو أنها تتضمن قدراً قليلاً من الشروط .

إن وصف هذه الإحصاءات بإعتبارها لا معلمية (Non Parametric) يرجع أساساً لإختبارات الفروض - والتي لا يتعلق فيها الفرض بقيمة لمعلم أو أكثر من معالم التوزيع (Parametric) . وهذا الوصف غير دقيق إذا أن هناك إختبارات لا معلمية ولكن تتعامل مع معالم مثل الوسيط لتوزيع معين أو النسبة في توزيع ذي الحدين .

ووصف هذه الإحصاءات بإعتبارها لا توزيعية (Distribution-Free) بمعنى أنها أساليب لا تعتمد على شكل التوزيع للمجتمع محل البحث . وهذا المصطلح غير دقيق - إذ أن كثيراً من الإختبارات المعلمية في حالة العينات الكبيرة . لا يشترط شكلاً معيناً لتوزيع المجتمع . ومن جهة أخرى فإن بعض الإختبارات اللا معلمية تكون فيها قوة الإختبار معتمدة على شكل التوزيع ، بمعنى أن هذه الإختبارات اللا معلمية ليست مستقلة تماماً عن شكل التوزيع .

ووصف هذه الإحصاءات باللاشرطية (Assumption Free) يعد أكثر ملاءمة ، غير أنه قد يوحي بعدم وجود شروط ... خلافاً للواقع ، فالإختبارات كلها دون إستثناء تشترط العشوائية (Randomness) في سحب العينة كما أن هناك عدة خواص أخرى قد تكون من المتطلبات لبعض الإختبارات مثل شرط تماثل التوزيع (Symmetry) وإشتراط أن يكون قياس المتغيرات على المستوى الترتيبي (Ordinal) وكذا أن تكون العينات مستقلة .

إن إطلاق صفة الثبات (Robustness) على هذه الإحصاءات ليس شائعاً ، كما أنه غير دقيق ، هذا بالإضافة إلى أن هذا مصطلح محدد يشمل مجموعة الإحصاءات الغير حساسة أي التي لا تتأثر نتائجها كثيراً بالبعد عن الإفتراضات التي تقوم عليها .

إن إطلاق مسمى الإحصاءات الصلدة (Sturdy) يعد مرادفاً لمصطلح الثبات (Robustness) ويتجنب الإنتقادات الموجهة له .

كما أن وصفها بالإحصاءات السريعة (Quick) له بالطبع ما يبرره غير أن هذا لا يعني توفره في كل الأساليب ، فمنها ما يتطلب عمليات حسابيات أكثر من نظيرها من الإحصاءات المعلمية .

ونوضح هنا أن هذه الإختلافات في المسميات لا تعد مشكلة أمام الباحث فالإختلافات هنا وارد على مسمى المجموعة بصفة عامة ، ولكن لا يوجد خلافات تتعلق بالأساليب نفسها - فكل أسلوب له إسم محدد وهدف محدد وشروط محددة .

أهمية الإحصاءات اللامعلمية ومجالات تطبيقها :

الإحصاءات اللامعلمية لها أهمية كبيرة في البحوث بصفة عامة وفي البحوث الإجتماعية بصفة خاصة ، حيث تزداد مجالات تطبيقها نظراً لطبيعة الظواهر الإجتماعية وخاصة ما يتعلق بمستويات القياس لهذه الظواهر والتي يغلب عليها الطابع الكيفي . وهناك على أي حال أسباب متعددة تضفي مزيداً من الأهمية لهذه الأساليب وتزيد من مجالات تطبيقها .

أولاً : هناك حالات كثيرة لا يتوفر لها أسلوب معلمي ويصبح معه الأسلوب اللامعلمي هو الوحيد المتاح إستخدامه .

١ - حالات الإستقراء المتعلقة بالمتغيرات الكيفية المقاسة على المستوى الإسمي (Nominal Scale) .

٢ - حالات الإستقراء المتعلقة بالمتغيرات الكيفية المقاسة على المستوى الترتيبي (Ordinal Scale) .

٣ - حالات الإستقراء المتعلقة بالمتغيرات الكمية أي على المستوى الفتري (Interval) أو النسبي (Ratio) - وذلك في حالة عدم توفر الشروط والإفتراضات الأخرى اللازمة للأساليب المعلمية .

٤ - حالات الإستراء التي لا تتعلق صراحة بمعالم المجتمع (Parameters) كالإختبارات العشوائية (Randomness) والقيم المتطرفة (Outliers) والإتجاهات (Trends) وشكل التوزيع .

٥ - الحالات التي يكون فيها حجم العينة صغيراً جداً ستة وحدات فأقل مثلاً .

ثانياً : الحالات التي يتوفر لها أساليب معلمية :

١ - الأساليب اللامعلمية تتضمن قدراً قليلاً من الشروط أو الإفتراضات ، غالباً ما تكون متواجدة عملياً في الحالة محل البحث كأن يكون المتغير مستمر أو يكون التوزيع متماثل .

٢ - بساطة البناء النظري للإختبارات اللامعلمية ، وسهولة الحصول على توزيع العدم الحقيقي (Exact Null Distribution)

٣ - الأساليب اللامعلمية أكثر سهولة وبساطة وسرعة وأقل تكلفة من الأساليب المعلمية ، في معظم الحالات .

٤ - نظراً لقلة الإفتراضات في الأساليب اللامعلمية فإن نتائجها تكون أكثر ثباتاً أو أقل حساسية (Sensitive) من الأساليب المعلمية - إزاء التغيرات في الظروف المحيطة أو الإفتراضات التي يعتمد عليها .

٥ - نظراً لقلة الإفتراضات في الأساليب اللامعلمية - فإن - إحتمال إستخدامها بصورة خاطئة يكون أقل منه في حالة إستخدام الأساليب المعلمية .

٦ - يمكن تعويض النقص في كفاءة الأساليب اللامعلمية بزيادة حجم العينة . وهناك كثير من الإختبارات لها كفاءة كبيرة وتكاد تساوي الإختبارات المعلمية . وبصفة خاصة ، فإن كفاءة الإختبارات اللامعلمية بالنسبة إلى المعلمية

عالية في حالة العينات الصغيرة ، عندما يكون حجم العينة أصغر من عشر وحدات مثلاً . هذا وأن كانت الكفاءة النسبية تقل بزيادة حجم العينة فإنه من الناحية الأخرى فإن الكفاءة النسبية لا تصبح عاملاً هاماً في العينات الكبيرة .

١ - ٢ - ٤ دقة النتائج

يقدم لنا الإستقراء الإحصائي تعميمات بصورة عامة وهى بمثابة قوانين أو نظريات أو فروض تبعاً لتوفر الشروط والمتطلبات اللازمة . ويقدم لنا الإستقراء الإحصائي كذلك درجة الدقة في هذه النتائج ، كما ينير لنا الطريق لكي نتحكم في هذه الدقة . إن السبيل إلى ذلك يتوقف على الكثير من العوامل أهمها تصميم البحث وطريقة المعاينة ، كما يعتمد بدرجة كبيرة على حجم العينة .

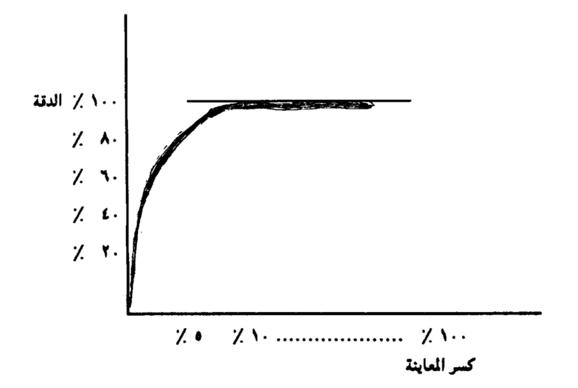
قياس الدقة

ويختلف قياس دقة الإستقراء في التقدير عنه في إختبارات الفروض ، ففي مشاكل التقدير ، يكون الهدف هو تقليل فترة الثقة وأن يكون ذلك بدرجة ثقة أو بإحتمال كبير ، أما في إختبارات الفروض فإن الهدف يكون نحو تقليل الأخطاء المتعلقة بإصدار القرار .

حجم العينة

بخصوص حجم العينة يوجد طريقتان ، الأولى طريقة المعاينة التتابعية (Sequential Sampling) (والد ١٩٤٣ (Wald)) لا يتم تحديد حجم العينة في البداية ، بل يتم سحب الوحدات تدريجياً ويتم تطبيق إختبار إحصائي في كل مرة ، وتحدد نتيجة الإختبار قراراً إما بالتوقف وإعلان نتيجة البحث أو سحب وحدات أخرى إضافية .

والطريقة الثانية ، الكلاسيكية ، وهي الأكثر شيوعاً تقضي بتحديد حجم العينة منذ البداية وقبل سحبها . ومهما تكن الطريقة فإن تحديد حجم العينة يعد قراراً منطقياً يستند إلى إعتبارات إقتصادية بدرجة كبيرة ، ويمكن توضيح ذلك في الشكل التالي وهو يعرض العلاقة بين الدقة وكسر المعاينة . وهو يوضح إمكان تحقيق مستوى دقة كبيرة بسحب جزء قليل من المجتمع أي كسر معاينة قليل .



تحديد حجم العينة

إن تحديد حجم العينة يعد خطوة هامة وأساسية ، وفي هذا الصدد نوضح ما يلي :

١ - يجب أن تكون المعاينة عشوائية ، حتى يمكن تدبير نموذج رياضي يمكن من توفير صيغة أو قاعدة معينة لتحديد حجم العينة .

٢ - لا توجد قاعدة أو صيغة واحدة يمكن بها تحديد حجم العينة بصفة عامة .

٣ - إن تحديد نسبة معينة من حجم المجتمع ، ١٠ ٪ مثلاً لا يعد كافيا بصفة عامة لتحقيق أهداف البحث .

٤ - إن تحديد رقم معين لحجم العينة كان يقال ٥٠ وحدة مثلاً ، لا يعد كافياً بصفة عامة لتحقيق أهداف البحث .

٥ - كلما زاد حجم العينة زادت دقة النتائج ، غير أن معدل الزيادة ليس ثابتاً .

٦ - إن تحديد حجم العينة يتطلب إمكان إعداد نموذج رياضي يجمع المتغيرات والأهداف والمتطلبات والعوامل المؤثرة ، وأن تكون الصياغة الرياضية للنموذج ملائمة للتحليل الرياضي .

٧ - يوجد عدد كبير من العوامل - يؤثر على تحديد حجم العينة ، نعرضها فيما يلي :

العوامل المؤثرة على حجم العينة :

أ - الهدف من البحث :

١ - الهدف من البحث ، هل هو تقدير أو إختبار لغرض حول معالم أو خواص المجتمع .

٢ - عدد المعالم أو الخواص محل الإستقراء .

٣ - عدد أقسام المجتمع (Subdivisions) المطلوب وصفها ، حيث يتطلب ذلك زيادة حجم العينة لتغطية كل قسم بقدر كاف من الوحدات .

٤ - عدد المتغيرات ، فقد يكون موضوع البحث متغير واحد ، متغيران ، عدة متغيرات .

٥ - مستوى الدقة المطلوب في النتائج .

ب - خواص المجتمع محل البحث :

١ - حجم المجتمع ، وحجم كل طبقة من طبقاته أو أقسامه .

٢ - شكل التوزيع في المجتمع ، من حيث التماثل ، عدد القمم ، التبعية لتوزيع إحتمالي معين كالتوزيع الطبيعي مثلاً .

٣ - التجانس بين الوحدات .

جـ - تصميم البحث :

إن تصميم المعاينة أو تصميم التجربة ، يؤثر بدرجة كبيرة على حجم العينة ، مثلاً سحب عينة عشوائية بسيطة من المجتمع ، يتطلب غالباً حجم عينة أكثر منه في حالة سحب عينة طبقية ، لتحقيق نفس الدقة .

د - القيود المفروضة على التنفيذ :

١ - التكلفة ، سواء لتنفيذ عملية المعاينة أو لتلف الوحدات محل الفحص .

٢ - الوقت المسموح به لجمع البيانات .

٣ - الإمكانات المتاحة ، كعدد الباحثين المساعدين في جمع البيانات ، والوسائل الآلية المستخدمة .

٤ - الإعتبارات الأخلاقية ، تتطلب تخفيض حجم العينة لتقليل الأضرار التي تتعرض لها الوحدات محل البحث ، كما في التجارب التي تجرى على الإنسان ، وعلى الحيوان ، حيث تقضي المواثيق الدولية بتخفيض حجم العينة إلى أقل حد ممكن يسمح بالتوصل إلى نتائج دقيقة .

الباب الثاني

التقدير (Estimation)

يتم تقدير معلم المجتمع بإستخدام ما يسمى المقدر (Estimator) وهو إحصاء بمعنى أن قيمته تحسب من بيانات العينة ، وعند تطبيقه في حالة معينة يمدنا بما يسمى تقدير (Estimate) لمعلم المجتمع . ويوجد نوعان من أساليب التقدير ، أحدهما التقدير بقيمة ، والأخذ التقدير بفترة . ونعرض في هذا الباب إيضاحات لكلا هذين الأسلوبين مع عرض بعض التطبيقات العملية ، وفي النهاية نعرض نموذجاً لتحديد حجم العينة .

٢ - ١ التقدير بقيمة (Point estimation)

٢ - ١ - ١ تعريفه وأهميته :

التقدير بقيمة هو تقدير لمعلم أو معالم المجتمع بقيمة وحيدة . وتأتي أهميته في أنه يعد أفضل تقدير لمعلم المجتمع ، كما أنه يعد الأساس للتقدير بفترة (Interval estimation) .

ونعرض فيما يلي طرق الحصول على هذا المقدر والصفات التي يتمتع بها مع إعطاء بعض النماذج الشائعة .

٢ - ١ - ٢ منطق التقدير بقيمه

طرق تكوين المقدر بقيمه .

توجد عدة طرق لإنشاء المقدر أهما :

١ - مقدر الفرصة الكبرى (Maximum Likelihood estimator) .

٢ - أقل تباين (Minimum variance) .

٣ - المربعات الصغرى (Least squares) .

٤ - العزوم (Moments) .

٥ - أقل كا٢ (Minimun chi-Squares) .

ويعتبر مقدر الفرصة الكبرى والذي قدمه عالم الإحصاء فيشر عام ١٩٢١ (Fisher) أكثر الطرق إستخداماً لتكوين المقدرات ، حيث يتمتع بالكثير من الصفات المرغوب فيها . وتقوم هذه الطريقة على إختيار ذلك المقدر الذي يعظم (Maximize) إحتمال الحصول على نفس النتائج .

الصفات المرغوبة :

يوجد عدد من الصفات يكون من المرغوب توفرها في المقدر بقيمه ونعرض فيما يلي أهمها :

١ - عدم التحيز (Unbiasedness)

يقال للمقدر أنه غير متحيز لمعلم المجتمع إذا كان متوسط تقديراته المحسوبة من كل العينات الممكن سحبها يساوي قيمة معلم المجتمع .

٢ - الإتساق (Consistency)

يقال للمقدر أنه متسق إذا كانت قيمته تؤول إلى القيمة الحقيقية لمعلم المجتمع بزيادة حجم العينة .

٣ - الكفاءة (Efficiency)

يقال لمقدر أنه أكفأ من آخر إذا كان تباينه أقل منه .

٤ - الكفاية (Sufficiency)

يقال للمقدر أنه كاف إذا إستخدم كل المعلومات المتاحة بالعينة والمتعلقة بمعلم المجتمع .

٥ - الإعتبارات العملية (Practicability)

يفضل أن يكون المقدر ملائماً للإعتبارات العملية كأنه يكون من السهل حسابه وأن يكون له توزيع معاينة يسهل التعامل معه .

٢ - ١- ٣ نماذج للمقدرات :

فيما يلي بعض النماذج للمقدرات بقيمه والتي تعتبر أفضل تقدير لمعلم المجتمع من حيث توفر الصفات المرغوب فيها ، وهى تبين أن صيغة المقدر ليست مماثلة لصيغة معلم المجتمع في كل الحالات :

أ - المتوسط الحسابي

$$\text{معلمة المجتمع } \bar{\text{س}} = \frac{\text{مجـ س}}{\text{ن}}$$

المقدر : $\bar{\text{س}} = \frac{\text{مجـ س}}{\text{ن}}$ في المعاينة العشوائية البسيطة (٢ - ١)

أما في المعاينة الطبقية يستخدم المقدر

$$\bar{\text{س}} = \frac{\text{مجـ } \bar{\text{س}}_{\text{هـ}} \ \text{ن}_{\text{هـ}}}{\text{مجـ } \text{ن}_{\text{هـ}}} \qquad (٢ - ٢)$$

حيث $\bar{\text{س}}_{\text{هـ}}$ متوسط العينة للطبقة هـ ، $\text{ن}_{\text{هـ}}$ حجم الطقة هـ .

ب - التباين

$$\text{معلم المجتمع :} \quad \sigma^{2} = \frac{1}{\text{ن}} \left[\text{مجـ س}^{2} - \frac{(\text{مجـ س})^{2}}{\text{ن}} \right]$$

وفي حالة المعاينة العشوائية البسيط يستخدم المقدر :

$$\text{ع}^{2} = \frac{1}{\text{ن} - 1} \left[\text{مجـ س}^{2} - \frac{(\text{مجـ س})^{2}}{\text{ن}} \right]$$

جـ - النسبة : لخاصية معينة

معلم المجتمع : $ق = \frac{أ}{ن}$

حيث (أ) عدد الحالات التي تحمل الخاصية . والمقدر في حالة المعاينة العشوائية البسيطة .

$$ق = \frac{أ}{ن} \qquad (٢ - ٤)$$

وفي حالة المعاينة الطبقية يستخدم المقدر :

$$ق = \frac{مجـ\ ق_{هـ}\ ن_{هـ}}{مجـ\ ن_{هـ}} \qquad (٢ - ٥)$$

حيث $ق_{هـ}$ النسبة في العينة للطبقة هـ

تطبيق (٢ - ١)

في دراسة عن العمالة في إحدى الصناعات تم سحب عينة عشوائية وسجلت أجورهم وهي الموضحة أدناه ، والمطلوب تقدير بقيمة لتباين المجتمع ٣٣ ، ٢٧ ، ٢٨ ، ٣٤ ، ٢٩ ، ٣٥ ، ٢٦ ، ٣١ ، ٣٦ .

الحل :

$$ع^٢ = \frac{١}{ن - ١} \left[مجـ\ س^٢ - \frac{(مجـ\ س)^٢}{ن} \right]$$

$$= \frac{١}{٨} \left[٨٧٥٧ - \frac{(٢٧٩)^٢}{٩} \right] = ١٣,٥$$

تطبيق (٢ - ٢)

في عملية الجرد السنوي للخامات في إحدى شركات النسيج قام أحد المحاسبين بسحب عينة طبقية من المجتمع الموضح أدناه وكان متوسط وزن الصندوق في الطبقات كما يلي على الترتيب ٨٨ ، ٩٠ ، ٨٦ ، ٨٤ . والمطلوب تقدير متوسط المجتمع ؟

الطبقة	حجم الطبقة
مخزن الوارد	٣٠٠٠
المخزن الرئيسي	٩٠٠٠
المخزن الفرعي	٢٠٠٠
مخزن قسم الإنتاج	١٠٠٠

الحل :

سَ = مج سَ هـ نهـ ÷ مج نهـ

= (٨٨ × ٣٠٠٠ + ٩٠ × ٩٠٠٠ + ٨٦ × ٢٠٠٠ + ٨٤ × ١٠٠٠)

÷ (٣٠٠٠ + ٩٠٠٠ + ٢٠٠٠ + ١٠٠٠) = $\frac{١٣٣٠٠٠٠}{١٥٠٠٠}$ = ٨٨,٦٦٧

٢-٢ التقدير بفترة (Interval estimation)

٢-٢-١ تعريفه وأهميته

ليس من المتوقع أن يمدنا التقدير بقيمة برقم يساوى معلم المجتمع بصفة عامة كما أنه لا يمدنا بوسيلة لتقييم الثبات أو الثقة أو الدقة في التقدير كما أنه لا يمكن من التحكم في هذه الدقة إلى المدى الملائم الذي نرغبه .

والتقدير بفترة يعيننا على كل ذلك ، فهو يمدنا بوسيلة للحكم على درجة الدقة في التقديرات التي نصل إليها كما أنه يمكن من التحكم في هذه الدقة إلى المدى المرغوب .

والتقدير بفترة يعطي تقديراً لمعلمه المجتمع (م) على الصورة :

$$ح\ (\ ص_{٢} > م > ص_{١}\ )\ =\ ث \qquad (\ ٢ - ٦\ )$$

حيث $ص_{١}$ الحد الأدنى للثقة

$ص_{٢}$ الحد الأعلى للثقة

ث درجة الثقة (أو مستوى الثقة - معامل الثقة - احتمال الثقة وتسمى الفترة ($ص_{٢}$ ، $ص_{١}$) فترة الثقة .

٢-٢-٢ تقدير متوسط المجتمع

نعرض فيما يلي تقديراً بفترة لمتوسط المجتمع بافتراض أن تباين المجتمع معلوم .

تحديد فترة الثقة

٠,٠٥ ٠,٩٠ ٠,٠٥

١,٦٥- ١,٦٥

تقرر النظريات الإحصائية [الجزء الأول (٤-٢-٢)] أن المتوسط الحسابي للعينة $\bar{\text{س}}$ يتبع التوزيع الطبيعي ($\bar{\text{س}}$ ، $\sigma_{\bar{\text{س}}}$) بشروط معقولة يتيسر توفرها في كثير من الحالات . فإذا كان الأمر كذلك فإن المتغير :

$$\text{س}' = \frac{\bar{\text{س}} - \bar{\text{س}}}{\sigma_{\bar{\text{س}}}}$$

يتبع التوزيع الطبيعي المعياري ، وعلى ذلك يكون (مثلاً) :

ح (١,٦٥ > س′ > - ١,٦٥) = ٠,٩٠

$$\text{ح} \left(١,٦٥ > \frac{\bar{\text{س}} - \bar{\text{س}}}{\sigma_{\bar{\text{س}}}} > - ١,٦٥ \right) = ٠,٩٠$$

أي أن : ح (١,٦٥ $\sigma_{\bar{\text{س}}}$ > $\bar{\text{س}}$ - $\bar{\text{س}}$ > - ١,٦٥ $\sigma_{\bar{\text{س}}}$) = ٠,٩٠

ح(- $\bar{\text{س}}$ + ١,٦٥ $\sigma_{\bar{\text{س}}}$ > - $\bar{\text{س}}$ > - $\bar{\text{س}}$ - ١,٦٥ $\sigma_{\bar{\text{س}}}$) = ٠,٩٠

أي أن :

$$ح(\bar{س} + ١,٦٥ \sigma_{\bar{س}} > \bar{س} > \bar{س} - ١,٦٥ \sigma_{\bar{س}}) = ٠,٩٠$$

وبصفة عامة يمكن عرض الصيغة كما يلي :

$$ح (\bar{س} + ل \sigma_{\bar{س}} > \bar{س} > \bar{س} - ل \sigma_{\bar{س}}) = ث \qquad (٢ - ٧)$$

حيث ل معامل الثبات (Reliability Factor) ويمكن كتابة حدى الثقة على الصورة :

$$حدى الثقة = \bar{س} \pm ل \sigma_{\bar{س}} \qquad (٢ - ٨)$$

$$= \bar{س} \pm خ \qquad (٢ - ٩)$$

$$حيث : خ = ل \sigma_{\bar{س}} \qquad (٢ - ١٠)$$

يمثل خطأ التقدير (الفرق بين متوسط المجتمع ومتوسط العينة) .

$$علماً بأن \sigma_{\bar{س}} = \frac{\sigma_{س}}{\sqrt{ن}} \sqrt{\frac{ن - ن}{ن - ١}} \qquad (٢ - ١١)$$

وفي حالة سحب العينة مع الإرجاع يكون

$$\sigma_{\bar{س}} = \frac{\sigma_{س}}{\sqrt{ن}} \qquad (٢ - ١٢)$$

ويمكن إهمال المقدار $\sqrt{\frac{ن - ن}{ن - ١}}$ ويسمى تصحيح المجتمع المحدود في حالة ما إذا كان المجتمع حجمه كبير ، أو إذا كان حجم العينة قليل بالنسبة لحجم المجتمع - أي إذا كان $\frac{ن}{ن} < ٠,١$. كما سبق إيضاحه في الجزء الأول من الكتاب . راجع الصيغ (٤ - ٢) ، (٤ - ٣) .

تطبيق (٢ - ٣)

في دراسة عن أحوال العمالة المؤقتة ، قام أحد الباحثين الاجتماعيين بسحب عينة عشوائية بسيطة من ٥١ عاملاً من عمال البناء وقد أظهرت أن متوسط الأجر الشهري ٧٥ جنيهاً . فإذا علم أن الانحراف المعياري في المجتمع ١٣ ، قدر متوسط الأجر في المجتمع بدرجة ثقة ٩٠ ٪

الحل :

$\sigma_{س} = ١٣$ ن = ٥١ $\bar{س} = ٧٥$ ث = ٠,٩٠

حدى الثقة = $\bar{س} \pm ل \; \sigma_{\bar{س}}$

وحيث أن المجتمع كبير (عمال البناء) يكون $\sigma_{\bar{س}} = \frac{\sigma_{س}}{\sqrt{ن}}$

وحيث أن حجم العينة أكبر من ٣٠ ، يكون توزيع المعاينة* للمتوسط الحسابي هو التوزيع الطبيعي ، وبذلك يكون :

حدى الثقة = $٧٥ \pm ١,٦٥ \left(\frac{١٣}{\sqrt{٥١}} \right)$

$= ٧٥ \pm ٣$

= (٧٨ ، ٧٢)

(*) راجع الجزء الأول (٤-٢-٢) .

تطبيق (٢ - ٤)

مجتمع انحرافه المعياري ١٥ سحبت منه عينة عشوائية بسيطة مع الإرجاع حجمها ١٠٠ فوجد أن متوسطها الحسابي ٥٥ والمطلوب تقدير متوسط المجتمع بدرجة ثقة ٩٥ ٪ .

الحل :

حدى الثقة = $\bar{س} \pm ل \ \sigma_{\bar{س}}$

ونظراً لأن حجم العينة أكبر من ٣٠ نستخدم التوزيع الطبيعي ، وحيث أن السحب مع الإرجاع يكون :

حدى الثقة = $٥٥ \pm ١,٩٦ \left(\frac{١٥}{\sqrt{١٠٠}} \right)$

$= ٥٥ \pm ٢,٩٤$

$= (٥٧,٩ ، ٥٢,١)$

تطبيق (٢-٥)

بفرض أن السحب في التطبيق السابق كان دون إرجاع الوحدات المسحوبة ، حجم المجتمع ٣٠٠ . المطلوب تقدير متوسط المجتمع بدرجة ثقة ٩٩ ٪

الحل :

حدى الثقة = $\bar{س} \pm ل \ \sigma_{\bar{س}}$

$$= \bar{س} \pm ل \ \frac{\sigma_{س}}{\sqrt{ن}} \sqrt{\frac{ن - ن}{ن - ١}}$$

$$= ٥٥ \pm ٢,٥٨ \left(\frac{١٥}{\sqrt{١٠٠}} \right) \sqrt{\frac{٣٠٠ - ١٠٠}{٣٠٠ - ١}}$$

$$= ٥٥ \pm ٣,١ \text{ ع}$$

$$= (٥٨,١ ، ٥١,٩)$$

تطبيق (٢-٦)

مجتمع حجمه ٣٠٠ وتباينه ٢٢٥ ، سحبت منه عينة عشوائية بسيطة بدون إرجاع حجمها ١٠٠ فوجد أن متوسطها الحسابي ٥٥ . والمطلوب تقدير متوسط المجتمع بدرجة ثقة ٩٥ ٪ .

الحل :

$$\text{حدود الثقة} = \bar{س} \pm ١,٩٦ \sqrt{\frac{\sigma^٢}{ن} \left(\frac{ن - ن}{ن - ١} \right)}$$

$$= ٥٥ \pm ١,٩٦ \sqrt{\frac{٢٢٥}{١٠٠} \left(\frac{٣٠٠ - ١٠٠}{٣٠٠ - ١} \right)}$$

$$= ٥٥ \pm ١,٩٦ (١,٥) (٠,٨١٨)$$

$$= ٥٥ \pm ٢,٤$$

الحد الأعلى = ٥٥ + ٢,٤ = ٥٧,٤

الحد الأدنى = ٥٥ - ٢,٤ = ٥٢,٦

تطبيق (٢-٧)

مجتمع يتبع التوزيع الطبيعي تباينه ٢٢٥ سحبت منه عينة عشوائية بسيطة مع الإرجاع حجمها ٢٥ فوجد أن متوسطها الحسابي ٥٢ . المطلوب تقدير متوسط المجتمع بدرجة ثقة ٠,٩٥ .

الحل :

$\bar{س}$ يتبع التوزيع الطبيعي ، $\sigma_{\bar{س}} = \frac{\sigma_{س}}{\sqrt{ن}} = \frac{\sqrt{٢٢٥}}{\sqrt{٢٥}} = \frac{١٥}{٥} = ٣$

حدى الثقة $= \bar{س} \pm ل \, \sigma_{\bar{س}}$

$= ٥٢ \pm ١,٩٦ \, (٣)$

$= ٥٢ \pm ٥,٨٨$

$= (٥٧,٩ \, ، \, ٤٦,١)$

تطبيق (٢-٨)

مجتمع حجمه ٣٠٠ وحدة وانحرافه المعياري ٤٠ سحبت منه عينة عشوائية بسيطة حجمها ١٠٠ فوجد أن متوسطها الحسابي ١٣٠ قدر متوسط المجتمع بدرجة ثقة ٩٠ ٪ .

حدى الثقة $= \bar{س} \pm ل \, \sigma_{\bar{س}}$

$$= \bar{س} \pm ل \, \frac{\sigma_{س}}{\sqrt{ن}} \, \frac{\sqrt{ن - ن}}{\sqrt{ن - ١}}$$

$$= ١٣٠ \pm ١,٦٤ \left(\frac{٤٠}{١٠} \right) \sqrt{\frac{٣٠٠ - ١٠٠}{٣٠٠ - ١}}$$

$$= ١٣٠ \pm ٥,٤$$

$$= (١٣٥,٤ \text{ ، } ١٢٤,٦)$$

تطبيق (٢-٩)

في دراسة لتقدير متوسط فترة الإعارة في إحدى المجموعات المكتبية في إحدى المكتبات تم سحب عينة عشوائية بسيطة من سجل الإعارات ، وكانت الفترات كما يلي :

٢٣	١٧	١٨	٢٥	١٥
١٤	١٣	٩	٢٢	

والمطلوب تقدير متوسط فترة الإعارة للمجموعة المكتبية بدرجة ثقة ٩٠ ٪ إذا علم أن فترة الإعارة تتبع التوزيع الطبيعي وتباين قدره ٢٥ .

الحل :

$\bar{س} = ١٧,٣$

حدى الثقة = $\bar{س} \pm ل \; \sigma_{\bar{س}}$

$\sigma_{\bar{س}} = \frac{\sigma_{س}}{\sqrt{ن}} = \frac{٥}{\sqrt{٩}} = ١,٦٧$ باعتبار أن المجتمع كبير (الإعارات)

حدى الثقة = $\bar{س} \pm ل \; \sigma_{\bar{س}}$

$= ١٧,٣ \pm ١,٦٥ \; (١,٦٧)$

$= ١٧,٣ \pm ٢,٧$

$= (٢٠,٠ \text{ ، } ١٤,٦)$

تطبيق (٢-١٠)

إذا علم أن معدل الزواج فى الأسبوع فى إحدى القرى يتبع التوزيع الطبيعى بإنحراف معيارى قدره ٦ . قام أحد الباحثين بسحب عينة عشوائية بسيطة من التسجيلات الأسبوعية ، وكانت كما يلى :

١٩	٢٥	٣٢	٢٩	٣٣	١٨
٢٢	٢٨	٣٦	٢٧	٣٤	٣١

والمطلوب تقدير متوسط معدل الزواج فى الأسبوع بدرجة ثقة ٩٥٪ .

الحل :

$$\bar{س} = \frac{٣٣٤}{١٢} = ٢٧,٨$$

$$\sigma_{\bar{س}} = \frac{\sigma_{س}}{\sqrt{ن}} = \frac{٦}{\sqrt{١٢}} = ١,٧$$

$$\text{حدى الثقة} = \bar{س} \pm ل \; \sigma_{\bar{س}}$$

$= ٢٧,٨ \pm ١,٩٦ \; (١,٧)$

$= ٢٧,٨ \pm ٣,٣$

$= (٣١,١ \text{ ، } ٢٤,٥)$

تحديد حجم العينة

نعرض فيما يلى نموذج لكيفية تحديد حجم العينة . وسنفترض حالة سحب عينة عشوائية بسيطة وأن المطلوب هو تقدير متوسط المجتمع علماً بأن تباين المجتمع (σ^2) معلوماً - والمطلوب هو تحديد حجم العينة بحيث لا يزيد مقدار الخطأ عن قيمة معينة (خـ) وأن يكون ذلك بدرجة ثقة معينة (ث) .

بالرجوع إلى الصيغ الواردة بالقسم ٢ - ٢ - ٢

حدى الثقة = $\bar{س} \pm$ خـ

$= \bar{س} \pm ل \, \sigma_{\bar{س}}$

(أ) بإفتراض أن المجتمع كبير فإن :

خـ = ل $\sigma_{\bar{س}}$

خـ = ل $\frac{\sigma_س}{\sqrt{ن}}$

ومنها نحصل على حجم العينة

$$ن. = \left(\frac{ل\sigma}{خـ}\right)^2 \qquad (٢-١٣)$$

حيث ل معامل الثبات يتم تحديده من جدول التوزيع الطبيعى إستناداً إلى قيمة ث .

وأحياناً يكون من المفضل عرض الخطأ كنسبة من المتوسط خـ$'$ = خـ / $\bar{س}$

ويمكن تحديد حجم العينة فى هذه الحالة بالقسمة على $\bar{س}$ فى الصيغة أعلاه ، لتصبح :

$$ن. = \left(\frac{ل\,\sigma / \bar{س}}{خ / \bar{س}}\right)^{٢} = \left(\frac{ل\,\sigma /}{خ /}\right)^{٢} \qquad (٢-١٤)$$

حيث $\sigma' = \sigma / \bar{س}$ (معامل الإختلاف) (٢-١٥)

(ب) حالة المجتمع المحدود

$$خ = ل \frac{\sigma}{\sqrt{ن}} \sqrt{\frac{ن - ن}{ن - ١}}$$

ومن ذلك نحصل على :

$$ن = \frac{ن.}{١ + \frac{ن. - ١}{ن}} \qquad (٢-١٦)$$

حيث ن. تعرف كما ورد فى الفقرة السابقة .

ومن الناحية العلمية نقوم أولاً بحساب ن. ونكتفى بها إذا كانت صغيرة بالنسبة لحجم المجتمع ($\frac{ن.}{ن}$ < ٠,١) وخلاف ذلك نكمل الحل بحساب صيغة المجتمع المحدود (٢-١٦) .

تطبيق (٢-١١)

مجتمع كبير معامل الإختلاف به ٠,١٧٣ . يراد تقدير متوسطه بحد أقصى للخطأ قدره ٤٪ وبدرجة ثقة ٩٠٪ . كم يكون حجم العينة .

$$ن_{.} = \left(\frac{ل \sigma'}{خ'} \right)^{٢}$$

$$= \left(\frac{١,٦٥ \times ٠,١٧٣}{٠,٠٤} \right)^{٢} = ٥١$$

تطبيق (٢-١٢)

بمناسبة الجرد السنوى فى إحدى الشركات ، أراد أحد المحاسبين تقدير متوسط وزن العلبة لأحد الأصناف بنسبة خطأ لا تزيد عن ٣٪ وبدرجة ثقة ٩٥٪ ، والمطلوب تحديد حجم العينة إذا علم أن حجم المجتمع ٩٨٧٥ علبة ومعامل الإختلاف به قدره ٨, ٠ .

الحل :

$$ن_{.} = \left(\frac{ل \sigma'}{خ'} \right)^{٢}$$

$$= \left(\frac{١,٩٦ \times ٠,٨}{٠,٠٣} \right)^{٢} = ٢٧٣٢$$

$$\frac{ن_{.}}{ن} = \frac{٢٧٣٢}{٩٨٧٥} = ٠,٢٨ \quad > ٠,١$$

ولذ يلزم حساب ن من الصيغة :

$$ن = \frac{ن_{.}}{١ + \frac{ن_{.} - ١}{ن}}$$

$$= \frac{٢٧٣٢}{١ + \frac{٢٧٣١}{٩٨٧٥}} = ٢١٤٠$$

تطبيق (٢-١٣)

في دراسة لحساب تكلفة أحد المنتجات يريد أحد المحاسبين تقدير متوسط وقت الإنتاج بدرجة ثقة ٩٩٪ وبخطأ لايتجاوز دقيقة واحدة . والمطلوب تقدير حجم العينة اللازم بإفتراض أن الإنحراف المعياري للمجتمع خمس دقائق .

الحل :

$$ن = \left(\frac{ل\,\sigma}{خ}\right)^{٢}$$

$$= \left(\frac{٢,٥٧ \times ٥}{١}\right)^{٢} = ١٦٥$$

تطبيق (٢-١٤)

يريد أحد المهندسين تحديد متوسط طول المنتج بحد أقصى للخطأ قدرة ٤٪ وبدرجة ثقة قدرها ٩٨٪ . وبالرجوع للبيانات السابقة للإنتاج تبين أن معامل الإختلاف قدره ٦, ٠ . والمطلوب تحديد حجم العينة اللازم .

الحل :

$$ن = \left(\frac{ل\,\sigma'}{خ'}\right)^{٢}$$

$$= \left(\frac{٢,٣٣ \times ٠,٦}{٠,٠٤}\right)^{٢} = ١٢٢٢$$

تطبيق (٢-١٥)

في دراسة لتقييم نشاط المكتبات المدرسية في إحدى الدول تم سحب عينة عشوائية بسيطة من مجتمع المكتبات المدرسية والبالغ عدده ٣٠٠٠ مكتبة . كم يكون حجم العينة اللازم لتقدير متوسط عدد الطلاب المترددين على المكتبة في اليوم بفتره ثقة ٩٥٪ وبخطأ لا يتجاوز ثلاثة طلاب ، علماً بأن التباين هو ٨١ حسب تقدير دراسات سابقة .

الحل :

$$ن. = \left[\frac{ل \sigma}{خ}\right]^{٢} = \left[\frac{(١,٩٦)\ (٩)}{٣}\right]^{٢} = ٣٤,٥٧٤$$

أي أن ن. = ٣٥

$$\text{وحيث أن } \frac{ن.}{ن} = \frac{٣٥}{٣٠٠٠} = ٠,٠١٢ < ٠,١$$

لذا فإنه لا يلازم إجراء التعديل الخاص بالمجتمع المحدود .

تطبيق (٢-١٦)

أراد أحدى الباحثين معرفة متوسط المبالغ التي تنفقها الأسرة شهرياً على الأدوية والعلاج في مجتمع معين يحوي ألف أسرة . ما هو حجم العينة اللازم لتقدير حدود ثقة لذلك المتوسط بإحتمال قدره ٩٥٪ وبخطأ لا يتجاوز ثلاثة جنيهات علماً بأن تقدير الإنحراف المعياري هو ١٧ من دراسات إستطلاعية .

الحل :

$$\text{ن}_{.} = \left[\frac{(١,٩٦)\ (١٧)}{٣} \right]^{٢} = ١٢٣,٣$$

$$\frac{\text{ن}_{.}}{\text{ن}} = ,١٢٣$$

$$\text{ن} = \frac{\text{ن}_{.}}{١ + \frac{\text{ن}_{.} - ١}{\text{ن}}}$$

$$= \frac{١٢٣}{١ + \frac{١٢٢}{١٠٠٠}} = ١٠٩,٦$$

أي أن حجم العينة اللازم هو ١١٠ أسرة .

الباب الثالث

اختبارات الفروض

تطورت نظرية اختبارات الفروض منذ أوائل القرن العشرين بمعرفة علماء الإحصاء فيشر .Fisher, R ، بيرسون .Pearson, E.S ، ونيمان .Neyman, J .

وتعد أساليب اختبارات الفروض ، الأساس لتكوين النظريات والقوانين والمعارف العلمية بصفة عامة في كافة العلوم غير الرياضية .

٣-١ المفاهيم

تحوى نظرية اختبارات الفروض العديد من المصطلحات فيما يتعلق بالفروض - وكذلك بالنسبة للاختبارات ، ونعرض فيما يلي المفاهيم المتعلقة بها .

٣-١-١ الفروض وأنواعها Hypotheses

الفرض Hypothesis بالمعنى الواسع هو أي تقرير مؤقت أو محتمل في سبيل المعرفة العلمية . ويختبر الفرض بمقارنته بما يحدث في عالم الحقيقة .

أن نظرية اختبارات الفروض تحوي أنواع وتصنيفات مختلفة من الفروض نعرضها فيما يلي :

الفرض البحثي Research hypothesis

باعتبار أن الفرض يكون هدفا للباحث فإنه يطلق عليه الفرض البحثي Research وأحياناً يسمى الفرض المحرك Motivated أو الفرض التجريبي Experimental .

ونعرض فيما يلي صورتان لهذا الفرض البحثي :

الفرض العام General hypothesis

إن الفرض البحثي في البداية غالباً يكون في صورة عامة ويوصف عندئذ بأنه فرض عام ، وفيما يلي بعض صورة :

- العلاج (أ) فعال في علاجج المرض (د) .
- الأرباح الهامشية Margins في تجارة التجزئة مرتفعة .
- الماكينات في المصنع تعمل بصورة سليمة .
- نسبة النجاح في الثانوية العامة تصل إلى ٧٠٪ .
- نسبة البضاعة التالفة ١٢٪ .
- الأرض كروية .
- التدخين ضار بالصحة .
- المتهم (أ) برئ .
- مياه الشرب نقية .
- قيمة المخزون بالشركة ٨٠٠ ألف جنيه .

الفرض العامل Working

إن الفرض البحثي (العام) يكون في البداية غالباً في صورة غير محددة تماماً ، وهو بذلك غير قابل للاختبار Untestable ويمكن ملاحظة ذلك بالرجوع للأمثلة السابقة ، ولنأخذ مثلاً الفرض : « الأرباح الهامشية Margins في تجارة

التجزئة مرتفعة » .

فالأرباح الهامشية مفهوم غير محدد تماماً ويمكن تحديده ، مثلاً باعتباره الفرق بين المبيعات وتكلفتها . وبالمثل فإن تجارة التجزئة في حاجة إلى تعريف إجرائي يبين ما إذا كانت تجارة معينة تنتمي إلى تجارة التجزئة أو الجملة ، كما أن عبارة الأرباح مرتفعة تعد تقييماً ذاتياً ويلزم أن يكون التحديد موضوعياً كأن يقال مثلاً نسبة الربح أكثر من ٣٠٪ .

ويعني ذلك أنه يلزم لاختبار الفرض العام تحويله إلى ما يسمى الفرض العامل ، حيث تعرض المفاهيم بصورة واضحة ومحددة ويمكن قياسها .

ولنأخذ أيضاً الفرض « قيمة المخزون ٨٠٠ ألف جنيه » وبافتراض أن مراجع الحسابات لا يمكنه التحقق من صحة كل الأرصدة بالمخازن ، فإنه لا يكون لديه طريقة مباشرة للتحقق من صحة رصيد المخزون أعلاه ، وعليه إعادة صياغة هذا الفرض في صورة فرض قابل للاختبار فإذا كان عدد الأصناف بالمخازن ٢٠٠٠ ، يكون متوسط قيمة الصنف الواحد ٤٠٠ جنيهاً فإنه يمكن صياغة فرض عامل كما يلي : $\bar{س}$ = ٤٠٠ جنيه .

الفرض المحدد والفرض الاحتمالي

تقسيم الفروض البحثية حسب درجة التأكد إلى نوعين : محددة وإحتمالية . الفرض المحدد Deterministic يكون حول كل الوحدات محل البحث ، أي على الصورة كل (أ) تكون (ب)

بعض الأمثلة :

كل العمال أكفاء

كل المرضى يشفون

كل جسم في الكون يتجاذب مع الأجسام الأخرى

مثل هذه الفروض يكون رفضها بمجرد ملاحظة حالة سلبية واحدة ولذا فإن اختبارها لا يتم بالأساليب الإحصائية .

الفرض الاحتمالي Probabilistic يكون حول بعض الوحدات محل البحث أي على الصورة : معظم (أ) تكون (ب)

أو لأي (أ) يوجد إحتمال قدره س٪ أن يكون (ب) ومثلاً نسبة نجاح العملية الجراحية (أ) هي ٨٠٪

وبخصوص الفروض الاحتمالية نوضح ما يلي :

(١) الفروض الاحتمالية هي الفروض التي تكون محلاً للاختبارات الاحصائية .

(٢) ليست كل الفروض الاحتمالية قابلة للاختبار احصائياً ، مثال ذلك المتهم في القضية (أ) مذنب .

(٣) الفروض أحياناً تعرض كما لو كانت فروض محددة - لكن المقصود وهذا يفهم ضمناً أنها فروض احتمالية - مثل :

الأرباح في تجارة التجزئة مرتفعة

والمقصود ضمناً هو « معظم التجار » وليس بالضرورة « كل التجار » .

الفرض الاحصائي Statistical

تعد الفروض الإحصائية مجموعة جزئية من الفروض الاحتمالية ، وهي

الفروض التي تختبر إحصائياً . ويمكن تعريف الفرض الاحصائي بأنه تقرير حول مجتمع يختبر باستخدام عينة منه ، وهذا التقرير يتعلق بشكل التوزيع Shape أو صيغته Form أو خاصية معينة مثل قيمة إحدى المعالم أو أكثر .

وعلى سبيل الإيضاح ، قد يكون فرض الباحث هو أن مستوى الأجور قد زاد عما كان في فترة سابقة ولاختبار ذلك نضعه في صورة فرض إحصائي ، وذلك بأن يتم التعبير عن مستوى الأجور بمقياس إحصائي كالمتوسط الحسابي مثلاً ، أو باستخدام رقم قياسي معين ، ويمكن كتابة الفرض على الصورة : $\bar{س}_{١} > \bar{س}_{٢}$ حيث ترمز الأدلة ١ ، ٢ للفترتين السابقة والحالية على الترتيب .

فرض العدم والفرض البديل

بعد تحويل الفرض البحثي إلى صيغة الفرض الإحصائي ، فإنه يلزم – حسب الاعتبارات المنطقية – عرض هذا الأخير على هيئة فرضان متنافيان . الأول يسمى فرض العدم null (ويطلق عليه أيضاً الفرض الصفري) وغالباً يرمز له بالرمز $ف_{.}$ ، والثاني يسمى الفرض البديل Alternative . وغالباً يرمز له بالرمز $ف_{١}$. وبصفة عامة[1] يعتبر فرض البحث Research بعد إعادة عرضه ليلائم الاعتبارات الاحصائية ، هو الفرض البديل . ويسعى الباحث إلى تأييد هذا الفرض البديل عن طريق رفض فرض العدم .

وبالرجوع للمثال الخاص بمستوى الأجور أعلاه يكون :

$ف_{.}$ $\bar{س}_{١} = \bar{س}_{٢}$ (فرض العدم)

$ف_{١}$ $\bar{س}_{١} > \bar{س}_{٢}$ (الفرض البديل)

---

(١) باستثناء بعض الحالات كاختبارات جودة التوفيق والعشوائية .

وفيما يلي بعض الملاحظات التي توضح أهمية فرض العدم .

(١) أن فرض العدم null هو افتراض إحصائي اخترع فكرته عالم الاحصاء فيشر Fisher ، وهو يعد من أجل الرفض حتي يتسنى تأييد الفرض البديل (هدف الب ث) تمشياً مع قواعد المنطق .

(٢) صفة العدم المرفقة بالفرض ترجع إلى أنه يعد ليرفض باعتباره نقيض للفرض البديل ، فهو أصلاً يعد ليعبر عن عدم وجود شئ مثلاً عدم وجود شئ مثلاً عدم وجود ارتباط ، عدم وجود تغيير ، عدم وجود فرق ، عدم وجود نتيجة .

(٣) إن استخدام فكرة العدم للفرض ، تقدم صيغة ذات علاقة محددة ، وبذلك فإن الإحصاء الذي يصف العلاقة يمكن تعيينه وبالتالي تعيين توزيع المعاينة المتعلق به ، وهذا الأخير كما نعلم هو الأساس في صنع القرار قبولاً أو رفضاً .

الفرض المعين وغير المعين

تقسيم الفروض أيضاً إلى معينة وغير معينة

الفرض المعين Exact :هو الفرض الذي يمثل بقيمة واحدة مثل :

متوسط المجتمع $\bar{س}$ = ٥٠

الفرض غير المعين Inexact : هو الذي يمثل بعدد كبير من المعالم مثل :

$\bar{س}$ > ٥٠

الفرض الموجه وغير الموجه

تنقسم الفروض غير المعينة إلى نوعين :

الفرض الموجه Directional : ويسمى أيضاً الفرض ذو طرف واحد one-tail أو جانب واحد one-side . وهو الفرض الذي يحدد اتجاه معين لمعالم المجتمع :

(أ) ناحية اليسار ويسمى الطرف الأيسر Left-tailed أو الطرف الأقل Lower-tailed .

، (ب) ناحية اليمين ويسمى الطرف الأيمن right-tailed أو الطرف الأعلى upper-tailed .

وهذه الصيغة ملائمة عندما يعرض الفرض علاقة على الصورة : { أكبر من ، أفضل من ، على الأقل ، أقل من ، أسوأ من ، ... } .

الفرض غير الموجه Nondirectional .

ويسمى أيضاً الفرض ذو الطرفين two-tail أو من جانبين two-side وتكون هذه الصيغة ملائمة عندما يعرض الفرض علاقة على الصورة :

{ يختلف عن ، لا يساوى ، يتغير ، ... }

وهذه الصيغة تستخدم بدرجة كبيرة في البحوث الاستكشافية Exploratory واحياناً تعد مرحلة بحثية تؤدي إلى بحوث أخرى تكون فيها الفروض موجهه . وهذه الصيغة تكون ملائمة .

الفرض البسيط والفرض المركب

تنقسم الفروض أيضاً إلى نوعين :

الفرض البسيط Simple : هو فرض احصائي يحدد تماماً التوزيع الاحتمالي للتغير أو المتغيرات المتعلقة بالفرض .

فمثلاً إذا كان المتغير س يتبع توزيع بواسون[1] (له معلمه واحدة م) فإن الفرض بأن : م = ٤ يعد فرضاً بسيطاً .

وكمثال آخر إذا كان المتغير يتبع التوزيع الطبيعي[2] (له معلمتان سَ ، σ) فإن الفرض { سَ = ٦٥ ، σ = ٨ } يعد فرضاً بسيطاً .

الفرض المركب Composite : هو فرض احصائي غير بسيط ، وهو يؤدي إلى وجود توزيعين احتماليين أو أكثر للمتغير (أو المتغيرات) المتعلقة بالفرض .

ومثال ذلك إذا كان المتغير يتبع التوزيع الطبيعي ، فإن الفرض التالي يعد مركباً . { سَ = ٦٥ }

وكذلك إذا كان المتغير يتبع توزيع بواسون ، فإن الفرض التالي يعد مركباً . { م > ٤ }

٣-١-٢ الاختبارات وأنواعها

توجد ثلاثة أنواع من الاختبارات الاحصائية . وتشترك جميعها في وجود فرض (ف) مطلوب اختباره . وهذه الاختبارات هي :

١. اختبار المعنوية البحتة .
٢. اختبار المعنوية .
٣. اختبار الفرض .

(١) راجع الجزء الأول ، القسم (٢-٤-٣) .

(٢) راجع الجزء الأول ، القسم (٢-٤-٤)

وتشترك هذه الاختبارات جميعها في وجود فرض (ف) مطلوب اختباره . ويتم اختبار الفرض بمقارنته بما يحدث في عالم الواقع ، ويتطلب ذلك أن نقوم بسحب عينة عشوائية من المجتمع محل الفرض ، ونقوم من خلال هذه العينة بملاحظة مؤشر يترتب على الفرض ، مثال ذلك متوسط العينة أو عدد حالات النجاح في التجارب ذات الحدين . هذا المؤشر يسمى إحصاء الاختبار Test statistic . ويعد توزيع المعاينة لهذا الإحصاء هو الأساس في عملية اختبار الفرض ، حيث يمكن تقييم القيمة المشاهدة للإحصاء ، وبالتالي الحكم على الفرض أو اختباره .

وفيما يلي بعض الملاحظات عن إحصاء الاختبار :

(١) إحصاء الاختبار قد لا يحمل أي معنى وصفي ، فالغرض منه فقط هو اختبار الفرض .

(٢) إن استخدام إحصاء ذو كفاءة أعلى عند التقدير لا يعنى بالضرورة أن يعطي اختبار أكثر قوة عند اختبار الفرض .

(٣) يمكن معرفة الإحصاء المناسب بمجرد تحديد الاختبار المستخدم وذلك بالنسبة للاختبارات الشائعة الاستخدام .

(٤) توجد عدة طرق للحصول على احصاء مناسب لاختبار الفرض حول معلم المجتمع منها اختيار إحصاء كاف Sufficient ، أو اختيار مقدر جيد مثل مقدر أكبر فرصه Maximum likelihood estimator .

ونعرض فيما يلي توضيحاً للفروق بين أنواع الاختبارات الاحصائية ، ونفترض أننا بصدد اختبار فرض بسيط Simple ، حيث يكون توزيع المعاينة محدد تماماً .

اختبار المعنوية البحتة Pure Significance

وهنا[1] نرفض الفرض (ف) إذا كان (ح) إحتمال ظهور قيمة الإحصاء المشاهدة (ص*) أو أي قيمة أكثر تطرفاً منها (أكبر أو أصغر حسب الأحوال) نادر ، أي أن القيمة المشاهدة احتمالها قليل . ويمكن عرض قيمة (ح) (في حالة الأكبر) كما يلي : ح = ح (ص > ص* | ف) (٣-١)

أي أن الاختبار في هذه الحالة يتكون من تحديد الفرض (ف) وتحديد الإحصاء (ص) وحساب الاحتمال (ح) أعلاه . ويطلق على (ح) مستوى المعنوية الحقيقي Exact significance level والمستوى الحرج Critical level احتمال المعنوية Significance probability والقيمة الاحتمالية Prob-value وتختصر إلى P-value . وتعد هذه القيمة أفضل مؤشر يلخص ما تحويه بيانات العينة عن مدى مصداقية credibility الفرض محل الاختبار . وفي حالة الاختبار من جانبين يكون من المناسب حساب القيمة الاحتمالية للجانبين ، وإذا كان التوزيع متماثلاً فإن هذه القيمة تكون ضعفها في حالة الاختبار من جانب واحد .

ويوضح ذلك التطبيق (٢-٥٠) بالجزء الأول من الكتاب[2] . ويعرض حالة يدعي فيها منتج صواريخ بأنها تصيب الهدف بنسبة ٩٠٪ ، وقد قامت القوات المسلحة بتجربة عشرة منها عشوائياً - وحصلت على خمسة حالات نجاح ، وبحساب الاحتمال (ح) أي الحصول على خمسة حالات نجاح أو أقل ، باستخدام توزيع ذي الحدين : ح = ح (س ≤ ٥ | ق = ٠,٩)

وباستخدام الرموز المستخدمة مع توزيع ذي الحدين :

---

(١) Barnett PP 128 .

(٢) الطبعة الثانية ، ص ٩٥ .

ح.١،٩،٠,٠ (٥) = ١ - ح.١،١،٠,٠ (٤) = ٠,٠٠١٦

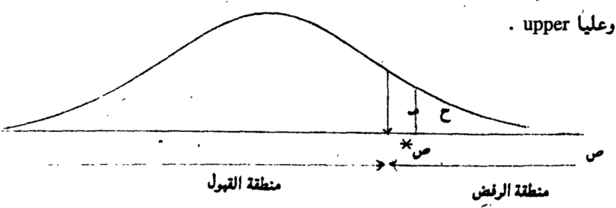
أي أن النتيجة المشاهدة احتمالها قليل ، وعلى ذلك نرفض فرض المنتج .

اختبار المعنوية Significance test

الاختبار السابق لا يحدد قيمة معينة للاحتمال (ح) نستند إليها في رفض الفرض أو قبوله ، ولكنه يوفر فقط انطباع عام حول الفرض . ولكن في اختبار المعنوية يتم تحديد قيمة معينة للاحتمال ، سنرمز لها بالرمز (مـ) وتسمى مستوى المعنوية الاسمى Nominal Significance level ويسمى أيضاً حجم الاختبار Size of the test . وهنا نرفض الفرض إذا كانت قيمة الاحتمال المشاهد (ح) أقل منها . أي إذا كان (في حالة الأكبر) :

ح = ح (ص > ص* | ف) ≤ مـ

وهذا يرادف تماماً أن نقوم بتقسيم فراغ العينة (أي كل قيم الإحصاء الممكنة) إلى منطقتين : منطقة الرفض regection region ومنطقة القبول Acceptance . ويتم رفض الفرض إذا وقعت قيمة الإحصاء المحسوبة أو المشاهدة (ص*) في منطقته الرفض ، ويقال لها عندئذ أنها قيمة معنوية Significant value . وتسمى أقل قيمة للإحصاء تطرفاً في منطقة الرفض بالقيمة الحرجة Critical value . وإذا كان الاختبار من طرفين يكون له قيمتين حرجتين دنيا Lower وعليا upper .



اختبار الفرض Hypothesis test

ويتميز هذا الاختبار عن اختبار المعنوية بإدخال فرض آخر هو الفرض البديل وهو الذي يتم العمل به في حالة رفض الفرض (وهو ما يسمى فرض العدم في هذه الحالة) وهذا الفرض البديل يكون له تأثير كبير على الاختبار وإجراءاته .

٣-٢ الاختبار الإحصائي Statistical test

الاختبار الإحصائي ويطلق عليه البرهان الإحصائي هو إجراء منطقي يؤدي إلى رفض فرض أو قبوله استناداً إلى عينة عشوائية .

٣-٢-١ منطق الاختبار

البرهان غير المباشر

أن منطق الإجراءات الإحصائية لاختبارات الفروض تم أنشاؤه وقبوله في فلسفة العلم وهو يستند إلى استراتيجية مشابهة لفكرة البرهان غير المباشر حيث يتم رفض الفرض في حالة وجود تعارض مع حقيقة مترتبة عليه ويمكن عرض ذلك بالصيغة التالية :

مقدمة كبرى : إذا كان (أ) صحيحاً (مقدم) فإن (ب) يجب أن يكون صحيحاً (مترتب) .

مقدمة صغرى : (ب) ليس صحيحاً .

النتيجة : إذن (أ) لا يمكن أن يكون صحيحاً .

وكمثال على ذلك نعرض ما يلي :

(أ) مقدمة كبرى : لو أن زيد مريض بالحمى (مقدم) فإن درجة حرارته تكون مرتفعة (مترتب) .

(ب) مقدمة صغرى : درجة حرارة زيد غير مرتفعة .
(جـ) النتيجة : إذن ، زيد غير مريض بالحمى .

تم رفض الفرض بأن زيد مريض بالحمى باعتبار أن الاختبار الذي أجرى عليه لم يؤيد ارتفاع درجة حرارته - والذي يعد شيئاً مترتباً على ذلك المرض (الفرض) . وهذه هي فكرة البرهان غير المباشر ، حيث تم رفض الفرض (زيد مريض بالحمى) باعتبار أن أحد المترتبات عليه (درجة حرارة مرتفعة) لم تؤيد . أي أن الفرض لا يختبر بصورة مباشرة ولكن بصورة غير مباشرة عن طريق ما يترتب عليه .

مغالطة تأييد المترتب

إن تأييد الفرض أو أثباته ليس بالأمر اليسير كما في حالة الرفض فلو كانت المقدمة الصغرى : درجة حرارة زيد مرتفعة ، فإننا لا نستطيع أن نؤيد أن زيد مريض بالحمى ، وإلا وقعنا في خطأ منطقي يعرف بمغالطة تأييد المترتب Fallacy of affirming the consequent إن ارتفاع درجة الحرارة قد يكون بسبب مرض آخر خلاف الحمى . كما أن مرض الحمى له أعراض (مترتبات) أخرى يلزم اختبارها والتحقق من وجودها قبل التشخيص . أي أن تأييد الفرض يتطلب تحديد كافة المترتبات عليه ثم اختبارها وأن تكون نتيجة هذه الاختبارات متسقة مع الفرض .

أي أنه إذا أيدت الوقائع ما يترتب على الفرض ، فإن ذلك لا يعد كافياً لإثبات أن الفرض صحيح . إن إثبات ذلك يتطلب أولاً تحديد كافة المترتبات على الفرض ، وهذا أمر ليس ميسوراً في كل الأحوال كما يصعب التحقق من ذلك غير أنه مع ذلك فإن تكرار الأدلة على تأييد المترتبات يزيد من درجة الاقتناع بأن الفرض صحيح .

أي أن العلم يمكنه فقط رفض الفروض . إذ أنه ليس من السهولة إثبات الفروض أو تأييدها . غير أنه باستبعاد فرض أو أكثر فإننا نضيف معلومات نافعة حيث أنه بتقليل مجموعة الفروض البديلة فإننا نقترب من الحقيقة ، وبتكرار الرفض لمجموعة الفروض واحداً تلو الآخر ، يتبقى واحداً يكون بالضرورة هو الفرض الصحيح .

إن الاختبارات الإحصائية تختص بالفروض الإحصائية وتقوم على أساس افتراض أن الفرض صحيح ، ثم نقوم بملاحظة ما يترتب عليه ، أي ملاحظة حدث (وهو مشاهدة إحصاء لعينة) ، ونقوم برفض الفرض إذا كان هذا الحدث من النادر وقوعه . وتكون صياغة البرهان كما سبق ذكره في القسم السابق مع إدخال عنصر الاحتمال :

مقدمة كبرى : إذا كان (أ) صحيحاً فإن (ب) يحتمل أن يكون صحيحاً .

مقدمة صغرى : (ب) ليس صحيحاً .

النتيجة : إذن (أ) يحتمل أن لا يكون صحيحاً .

ويمكن إيضاح ذلك بعرض المثال[1] التالي :

مقدمة كبرى : إذا كان متوسط المجتمع ٧٥ (مقدم) فإن متوسط العينة يقع بين ٧٢ ، ٧٨ باحتمال قدره ٩٠٪ (مترتب)

مقدمة صغرى : متوسط العينة المسحوبة ٦٥ .

النتيجة : إذن هناك احتمال قدره ٩٠٪ أن يكون الفرض غير صحيح .

(١) راجع الجزء الأول ، الباب الرابع – تطبيق (٤-٤) .

٣-٢-٣ أخطاء الاختبار

هناك خطآن يتعرض لهما الاختبار الإحصائي ، خطأ الرفض وخطأ القبول .

خطأ الرفض Rejection error

يقوم الاختبار الإحصائي على أساس رفض الفرض إذا كان (ب) ليس صحيحاً ، وذلك على الرغم من أن هناك احتمال أن يكون الفرض صحيحاً ، وفقاً للمنطق السابق عرضه وعلى ذلك يقع متخذ القرار في خطأ يسمى « خطأ الرفض » ويسمى كذلك « خطأ من النوع الأول » Type I error . ويلاحظ أن هذا الخطأ ينشأ بسبب الطبيعة الاحتمالية في الاختبار .

خطأ القبول Acceptance error

وهناك خطأ آخر قد يقع فيه متخذ القرار وينشأ هذا الخطأ من المغالطة المنطقية المتعلقة بتأييد المترتب Fallacy of affirming the consequent كما سبق إيضاحه ، ويسمى هذا الخطأ خطأ القبول ، كما يسمى « خطأ من النوع الثاني » Type II error .

احتمالات حدوث الأخطاء

يمكن تلخيص الموقف في الجدول التالي والذي يوضح ود أربعة مواقف عن فرض العدم تنشأ من :

(١) حقيقة الفرض : فرض العدم قد يكون صحيح وقد لا يكون صحيح .

(٢) القرار حول الفرض : رفض فرض العدم أو قبوله .

فرض العدم

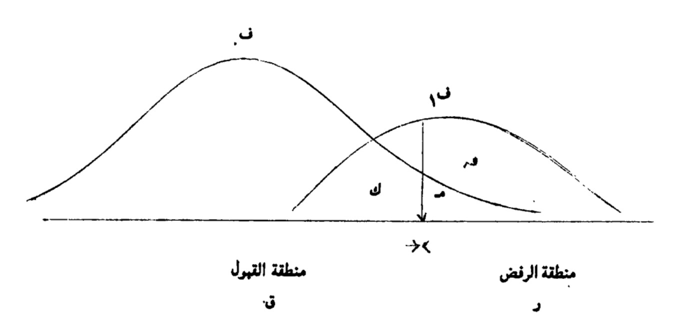
الحقيقة / القرار	صحيح (ف.)	غير صحيح (ف١)
رفض	خطأ الرفض(I)	قرار صحيح
قبول	قرار صحيح	خطأ القبول(II)

أي أن هناك خطأن يحتمل أن يقع الباحث في أحدهما :

(١) خطأ الرفض : ويحدث عند رفض الفرض عندما يكون صحيحاً (خطأ من النوع الأول (I)) .

(٢) خطأ القبول : ويحدث عند قبول الفرض عندما يكون غير صحيح (خطأ من النوع الثاني (II)) .

ويوضح الرسم التالي هذه الأخطاء واحتمالات حدوثها بافتراض أن فرض العدم ف. والفرض البديل ف١ كلاهما بسيط Simple .



احتمال خطأ الرفض (مـ)

ويسمى أيضاً احتمال الخطأ من النوع الأول (I) وكذا مستوى المعنوية Significance level والمستوى الأسمي للاختبار Nominal level of the test *
وأيضاً حجم الاختبار Size of the test .

مـ = ح (I) = ح (ص ∋ ر | ف.) (٣-٢)

حيث ر منطقة الرفض ، ق منطقة القبول .

احتمال خطأ القبول (ك)

ويسمى أيضاً احتمال الخطأ من النوع الثاني هو احتمال قبول الفرض عندما يكون غير صحيح أي أن :

ك = ح (II) = ح (ص ∋ ق | ف١) (٣-٣)

وفيما يلي بعض الملاحظات عن احتمالات الأخطاء :

(١) توجد علاقة عكسية بين احتمالي الخطأين الأول والثاني - ولذلك فإن محاولة تخفيض أحد الأخطاء يكون ذلك على حساب زيادة الخطأ الآخر .

(٢) أن العلاقة بين احتمالي الخطأين ليست بسيطة بحيث يمكن تحديدها وتقدير أي منها بدلالة الأخرى .

(٣) إن احتمال الخطأ من النوع الثاني يصعب تقديره ، إذ أنه يعتمد على الفرض البديل وهو غالباً ما يكون فرضاً غير معين Inexect بمعنى أنه يكون

(*) وهناك أيضاً مسميات أخرى مثل معنوية الاختبار Significance of the test وكذا مستوى خطأ الاختبار Error level of the test وأيضاً احتمال العدم Null Probability .

ممثلاً بعدد كبير من المعالم .

أمثلة أيضاحية :

فيما يلي بعض الحالات التطبيقية لاختبارات الفروض :

التدريب :

لغرض زيادة الإنتاج يتم تدريب العمال في أحد المراكز الخاصة بالتدريب ، وفي أحد المصانع على سبيل المثال ، يدعى مركز التدريب أن البرنامج يؤدى إلى زيادة إنتاج العامل من ٤٠ وحدة حسب الوضع الحالي إلى ٥٠ وحدة في الساعة وللتحقق من ذلك تم إرسال عينة من عمال المصنع وسجلت إنتاجيتهم بعد إتمام التدريب وإذا اعتبرنا أن إنتاج العامل س يكون :

فرض العدم $ف_{.}$: $\bar{س}$ = ٥٠

$ف_{١}$: $\bar{س}$ = ٤٠

ويوجد خطآن :

(١) خطأ الرفض (I) : رفض الفرض بأن متوسط الإنتاج زاد إلى ٥٠ وحدة ، بينما هذا هو الصحيح .

(٢) خطأ القبول (II) : قبول الفرض بأن متوسط الإنتاج زاد إلى ٥٠ وحدة ، بينما هذا غير صحيح .

التشخيص الطبي

الطبيب (المتخصص في الحميات مثلاً) وهو يفحص الرواد لاختبار ما إذا كان الشخص مريضاً من عدمه ، يتعرض لنوعين من الأخطاء عند إصدار

القرار :

خطأ الرفض (النوع الأول) : الشخص غير مريض بالحمى بينما هو مريض بها .

خطأ القبول (النوع الثاني) : الشخص مريض بالحمى بينما هو غير مريض بها .

قرار المحكمة

يمكن عمل مناظرة بين قرار المحكمة واختبار الفرض باعتبار أن فرض العدم هو أن المتهم غير مذنب (برئ) ، وأن الفرض البديل هو أن المتهم مذنب . وتكون الأخطاء التي يتعرض لها قرار المحكمة هي كما يلي :

(١) خطأ الرفض : رفض فرض العدم (المتهم برئ) أي اعتبار أن المتهم مذنب رغم أنه في الحقيقة برئ .

(٢) خطأ القبول : قبول فرض العدم أي اعتبار المتهم برئ رغم كونه مذنب .

ويمكن عرض المواقف المتعلقة بإصدار القرار فيما يلي :

الحقيقة / قرار المحكمة	المتهم برئ (ف.)	المتهم مذنب (ف١)
المتهم مذنب	خطأ الرفض(I)	قرار صحيح
المتهم برئ	قرار صحيح	خطأ القبول(II)

راجع القسم ٣-٢-١ .

المفاضلة بين الأخطاء

لا شك أن صانع القرار يسعى إلى تقليل الأخطاء التي يتعرض لها من كلا النوعين غير أن طبيعة هذه الأخطاء وكما هو واضح من الشكل السابق فإن أي محاولة للتقليل من أحد الأخطاء يكون ذلك على حساب زيادة الخطأ الآخر ، هذا بافتراض حجم عينة معين . ويمكن تقليل كلا من الخطأين بزيادة حجم العينة .

وعلى أي حال فإنه مع حجم عينة معين تظل مشكلة المفاضلة بين النوعين من الأخطاء ، وتحديد المقدار المناسب من كل منهما . أن الإجابة على ذلك تتطلب بالضرورة معرفة مقدار العبء أو التكلفة أو التضحية بسبب كل نوع من الأخطاء . وذلك يتوقف بالضرورة على طبيعة المشكلة ، ونوضح ذلك في بعض المشاكل والسابق عرضها .

التدريب

بشأن هذه القضية ، يوجد خطآن يحتمل أن تقع المنشأة في أي منها ، وقد سبق إيضاح ذلك ، وللمفاضلة بين كلا النوعين من الأخطاء ، نعرض فيما يلي العبء أو التكلفة التي يمكن أن تتحملها المنشأة من جراء كل خطأ :

(١) خطأ الرفض (I) : حالة رفض الفرض بينما هو صحيح ، أي اعتبار أن التدريب لا يؤدي إلى زيادة الإنتاج بينما هو عكس ذلك فإن المنشأة لن تقوم بتدريب العاملين لديها وبالتالي تضيع الفرصة عليها في زيادة الإنتاج ، ويمكن حساب تكلفة هذه الفرصة الضائعة في صورة الأرباح التي تترتب على الزيادة في الإنتاج .

(٢) خطأ القبول (II) : حالة قبول الفرض بينما هو غير صحيح ، أي حالة اعتبار أن التدريب يؤدي إلى زيادة الإنتاج بينما ذلك غير صحيح ، فإنه يترتب

على ذلك أن تقوم المنشأة بتدريب العاملين لديها وتتكبد بذلك تكاليف ممثلة في نفقات التدريب ، وتكلفة الفرص الضائعة أو الإنتاج المضحى به بسبب وقت العمال الضائع في التدريب .

التشخيص الطبي

بخصوص قضية التشخيص الطبي ، فإن الأخطاء المترتبة على القرار ، تعد تكلفتها جسيمة ويصعب تقدير تكلفتها بالمقارنة بالقضايا الأخرى السابق عرضها . فهناك تكلفة وأعباء يتحملها الشخص نفسه وأخرى تقع على الأسرة وأخرى على المجتمع .

(١) خطأ الرفض (I) : إن اعتبار الشخص غير مريض بالحمى وهو في الحقيقة مريض ، يترتب عليه عدم منحه العلاج اللازم ، وهذا يضر بصحته ، ويختلف مقدار الضرر حسب الحال ، وقد يصل الأمر إلى الوفاة ، أن تقدير تكلفة ذلك ليس بالأمر اليسير سواء كان ذلك تكلفة العبء الواقع على الشخص نفسه أو على المجتمع .

(٢) خطأ القبول (II) : إن اعتبار الشخص مريض بالحمى بينما هو غير مريض بها ، يترتب عليه تعرضه لعلاج لا يناسبه وقد يضر به ، وكذا فإن تكلفة العلاج تكون دون مبرر - بالإضافة إلى ضياع الفرصة على المريض لإجراء فحوص لمعرفة مرضه الحقيقي ، مما قد يترتب عليه عواقب وخيمة . أن كل هذه الأمور يجب تقديرها وحساب تكلفتها المادية والاجتماعية .

قرار المحكمة

أن القضاه غالباً يجدون صعوبة في تحديد درجة الشك المقبولة (الاحتمال) لإدانة شخص برئ ، أي احتمال الخطأ من النوع الأول . ومن وجهة نظر العدالة

يجب تخفيض هذا الاحتمال بقدر الإمكان ولو يصل إلى الصفر ، وهذا يعني استحالة إدانة شخص برئ على إنه من وجهه أخرى فإن تخفيض احتمال إدانة برئ (خطأ من النوع الأول) يزيد من احتمال الفشل في إدانة المذنبين (خطأ النوع الثاني) وذلك نظراً لزيادة كمية الأدلة المطلوبة لتحقيق الإدانة . وعلى أي حال فإن الموائمة بين نوعي الخطأ تتوقف على نوع الجريمة ، ويمكن التحكم في ذلك من خلال الإجراءات التنظيمية مثلاً ، كتقييد سلطة رجال الأمن في الحصول على الاعترافات .

المعالجات المنطقية

من الأمور السابق عرضها يمكن إيضاح ما يلي بالنسبة للأخطاء التي يتعرض لها صانع قرار اختبار الفرض :

(١) بالنسبة لحجم عينة ثابت لا يمكن تخفيض كلا النوعين من الأخطاء ، إذ أن تخفيض واحد يعني زيادة الآخر .

(٢) السبيل الوحيد لتخفيض كلا الخطأين هو زيادة حجم العينة .

(٣) تكلفة أرتكاب أي من الخطأين تتوقف على طبيعة المشكلة ، وقد يكون أي منهما أكبر الآخر .

(٤) تكلفة الخطأ تتوقف على طبيعة المشكلة ، وقد يكون ذلك شيئاً قليلاً يمكن حتى اهماله ، وقد يؤدي إلى خسائر جسيمة .

(٥) تكلفة الخطأ قد يسهل حسابها وتقديرها في بعض الحالات ، كما أنه في حالات أخرى يكون ذلك صعباً أو مستحيلاً ، خاصة ما يتعلق بالتكلفة الاجتماعية .

وفي ضـوء ذلك نعـرض أهم الاتجـاهات المنطقـيـة المتـاحـة للمـفـاضلة بين الأخطاء .

أولاً : زيادة حـجم العـينة بالقـدر الذي تسـمح به الإمكانات ، وذلك في الحالات التي يكون فيها تكلفة كلا من الخطأين جسيمة ، وخاصة في حالة وجود صعوبة في تقديرها . إن ذلك يؤدي إلى تخفيض كلا الخطأين وبالتالي تخفيض التكلفة أو العبء الواقع .

ثانياً : اختيـار حجم العينـة بحيث تكون جملة التكلفة أقل ما يمكن وذلك باستخدام الصيغة التالية :

جملة التكاليف = احتمال الخطأ الأول × تكلفة الخطأ الأول
+ احتمال الخطأ الثاني × تكلفة الخطأ الثاني
+ تكلفة التجربة أو المعاينة (٣-٤)

ثالثاً : تثبيت الخطأ الأول عند مستوى معين ، يتلاءم مع طبيعة المشكلة ، مع تخفيض الخطأ من النوع الثاني إلى أقل احتمال ممكن .

رابعاً : تحديد مستويات معينة ، تكون مقبولة في احتمالات كلا النوعين من الأخطاء الأول والثاني .

٣-٢-٣ فعالية الاختبار

تختلف الاختبارات الإحصائية كما سبق أن أوضحنا . وقد يتاح للباحث أكثر من اختبار لعلاج مشكلته . ونعرض في هذا القسم الصفات التي يكون مرغوباً توافرها في الاختبار ، والمفاهيم المتعلقة بها . كل هذا يلقى على الباحث ضرورة الاهتـمام بالمفاضلة بين هذه الاختبـارات لاختـيـار المناسب منها حسب طبيعة المشكلة .

مميز العمليات OC

إن احتمال الخطأ من النوع الثاني (ك) يعتمد على الفرض البديل ، والذي يحوى بدوره على عدد كبير من القيم . وبذلك فإن فهم الاختبار بصورة كاملة يتطلب معرفة كل قيم ك الممكنة والمناظرة لقيم الفرض البديل ($ف_١$) . إن المنحنى الذي يعرض هذه العلاقة يسمى منحنى مميز العمليات Operating characteristic curve (OC) .

وهذا المنحنى يوضح احتمال خطأ القبول (النوع الثاني) لكل قيم الفرض البديل ، وتوجد خرائط تعرض هذه المنحنيات وتستخدم في تحديد حجم العينة .

قوة الاختبار

تعرف قوة الاختبار (ق) Power of the test بأنها احتمال رفض الفرض عندما يكون غير صحيح ، أي أن :

$$ق = ح \left(ص \ni ر \mid ف_١ \right) \qquad (٣-٥)$$

ويلاحظ أن :

$$ق = ١ - ك \qquad (٣-٦)$$

وقيم ق تختلف مع كل قيمه للفرض البديل ($ف_١$) . وعند عرض هذه العلاقة بيانياً نحصل على منحنى القوة Power curve of the test وباعتبار العلاقة العكسية (٣-٦) بين ق ، ك فإن زيادة قوة الاختبار تعنى تماماً تخفيض احتمال الخطأ من النوع الثاني .

كفاءة الاختبار Test efficiency

تعد كفاءة الاختبار من أهم الصفات التي تحدد مكانته بالمقارنة بالاختبارات الأخري . وتعرف كفاءة اختبار (أ) بالنسبة إلى اختبار آخر (ب) بأنه نسبة حجوم العينات $ن_ب$ / $ن_أ$ التي تتساوى عندها القوة لكلا الاختبارين لنفس الفرض البديل عند نفس مستوى المعنوية ، حيث $ن_أ$ ، $ن_ب$ هي حجوم العينات للاختبارين .

ومن ذلك التعريف يتبين أن الكفاءة النسبية تعتمد على مستوى المعنوية (م) وعلى قوة الاختبار وعلى البديل المختار من الفرض $ف_١$ إذا كان مركباً .

وحيث أن الكفاءة النسبية تعتمد على الكثير من العوامل فإنها تشكل صعوبة في التقييم والتفسير . ويمكن تلافي هذه المشكلة باستخدام الكفاءة النسبية التقاربية (ك ن ت) . Asymptotic relative efficiency (ARE) وهي تعرف بأنها نهاية الكفاءة النسبية عندما تؤول $ن_١$ إلى ما لا نهاية .

إن الدراسات النظرية والتجريبية Empirical للكفاءة النسبية لحجوم مختلفة من العينات توضح أنها قريبة جداً من الكفاءة النسبية التقاربية . ولذا تبدو أهمية استخدام (ك ن ت) لاختيار الاختبار الأكثر قوة حتى في حالة العينات الصغيرة .

الاختبار الأكبر قوة

يتطلب اختبار الفرض كما سبق ذكره تقسيم فراغ العينة إلى منطقتين ، منطقة قبول ومنطقة رفض أو منطقة حرجة Critical region . وتعرف أفضل منطقة حرجة Best critical region (BCR) بأنها المنطقة التي تجعل احتمال الخطأ

من النوع الثاني أقل ما يمكن وهذا يعني أن تكون قوة الاختبار أكبر ما يمكن ، وذلك بالنسبة لمستوى معنوية ثابت (احتمال الخطأ من النوع الأول) .

ويعرف الاختبار الذي يبني على أفضل منطقة حرجة بأنه الاختبار الأكبر قوة (MP) Most Powerful test . وهذا الاختبار متاح دائماً عند اختبار فرض بسيط ضد فرض آخر بسيط .

أي أنه إذا كان فرض العدم بسيطاً ف. : م = م. والمطلوب اختباره ضد فرض بديل بسيط أيضاً ف١ : م = م١ فإن الاختبار المبنى على منطقة الرفض ر. يسمى الاختبار الأكبر قوة بمستوى معنوية هـ إذا تحققت الشروط التالية :

(١) ح (ص ∋ ر. | م.) = هـ (٣-٧)

(٢) ح (ص ∋ ر. | م١) ≥ ح (ص ∋ ر | م) (٣-٨)

لأي منطقة ر

الاختبار المنتظم الأكبر قوة

يختلف الحال عند وجود فرض مركب Composite وهذا ما يكون غالباً في المشاكل العملية . وفي مثل هذه الحالات نلجأ إلى اختبار من نوع آخر يتمتع بعدد من الصفات المرغوبة ويسمى الاختبار المنتظم الأكبر قوة Uniformly Most Powerful (UMP) .

فإذا كان المطلوب اختبار فرض بسيط ف. : م = م. ضد فرض مركب ف١ :

م١ ∋ م ، حيث (م) هي المجموعة التي تحوى القيم البديلة فإن الاختبار المبنى على منطقة الرفض (ر.) يسمى الاختبار المنتظم الأكبر قوة UMP من المستوى

(هـ) إذا تحققت الشروط التالية :

(١) ح (ص ∋ ر. | م.) = هـ (٣-٩)

(٢) ح (ص ∋ ر. | م١) ≤ ح (ص ∋ ر | م) (٣-١٠)

لكل قيم م١ ، وذلك لأي منطقة رفض ر

ولكن مثل هذا الاختبار لا يكون متوفراً في كل الحالات فإذا كان الفرض البديل موجهاً أي من جانب واحد فإن مثل هذا الاختبار يكون متوفراً في معظم الأحيان بينها إذا كان الفرض البديل من جانبين فإننا لا نحصل في معظم الأحيان على اختبار منتظم أكبر قوة UMP .

وفي هذه الحالة فإن الأمر يتطلب أن يكون الاختبار غير متحيز Unbiassed .

عدم التحيز Unbiasdness

يسمى الاختبار المبنى على منطقة الرفض ر متحيزاً Biassed إذا كانت قوته لأي بديل م١ أصغر من مستوى المعنوية (احتمال الخطأ من النوع الأول)

أي إذا كان :

ح (ص ∋ ر | م١) < ح (ص ∋ ر | م.) (٣-١١)

لأي قيمة م١ ∋ م

أن الاختبار المتحيز غير مرغوب فيه حيث يكون احتمال رفض ف. عندما يكون صحيحاً أكبر من احتمال رفضه عندما يكون غير صحيح .

ومن ذلك يمكن تعريف الاختبار غير المتحيز بأنه الاختبار الذي يكون فيه احتمال رفض الفرض ف. عندما يكون غير صحيح ، دائماً أكبر من احتمال رفضه وهو صحيح ، أي يكون قوة الاختبار دائماً أكبر من معنويته ، أي :

$$ق \geq \alpha \quad (٣-١٢)$$

الاختبار غير المتحيز المنتظم الأكبر قوة

إذا كان الفرض البديل مركباً من جانبين فإننا لا نحصل في معظم الحالات على اختبار منتظم أكبر قوة UMP . وفي هذه الحالة نبحث في مجموعة الاختبارات غير المتحيزة ، ونختار منها اختباراً يتمتع بالعديد من الصفات المرغوبة . ويسمى هذا الاختبار غير المتحيز المنتظم الأكبر قوة من المستوى α Uniformly most Powerful unbiased test وهو متميز بالخواص التالية :

(١) $ح (ص \in ر_. | م_.) = \alpha \quad (٣-١٣)$

(٢) $ح (ص \in ر_. | م_١) \leq ح (ص \in ر | م_١) \quad (٣-١٤)$

(٣) $ح (ص \in ر_. | م_١) \leq \alpha \quad (٣-١٣)$

لكل قيم $م_١$ ولأي منطقة ر

الإتساق Consistency

في أي من حالات اختبار الفرض فإنه لكل حجم عينة مختلف يمكن تصور أننا بصدد اختبار مختلف وذلك لأن فراغ العينة وكذا المنطقة الحرجة تعتمد على حجم العينة . ولذلك فإنه بزيادة حجم العينة ، يمكن تصور أننا بصدد متسلسلة من الاختبارات ، واحد لكل حجم عينة معين .

ويقال للاختبار أنه متسق Consistent إذا كانت قوة الاختبار لأي مجموعة من البدائل تؤول إلى واحد بزيادة حجم العينة ، أي عندما تؤول ن إلى ما لا نهاية .

٣-٢-٤ تفسير النتائج

تتوقف نتيجة الاختبار[١] الإحصائي على القيمة المشاهدة لإحصاء الاختبار والقرار هو : الرفض أو القبول . ونوضح فيما يلي كل حالة منها ثم نوضح طبيعة كل من المعنوية الإحصائية والمعنوية العملية .

الرفض Rejection

ويكون عند وقوع قيمة الإحصاء (ص*) والمحسوبة من العينة ، في منطقة الرفض وهذا يرادف أنْ يكون مستوى المعنوية الحقيقي لقيمة الإحصاء (ح) أقل من مستوى المعنوية الإسمى (م) . ويفضل استخدام الإجراء الأخير ذلك أن معرفة مستوى المعنوية الحقيقي يعد أفضل مؤشر عن مدى مصداقية الفرض محل الاختبار .

وعلى أي حال فإن نتيجة الاختبار يمكن تقريرها بأي من العبارات التالية :

(١) الاختبار يقرر رفض فرض العدم .

(٢) الاختبار يقرر أن المشاهدات (قيمة الإحصاء) معنوية إحصائياً Statistically significant ، أو باختصار : النتيجة معنوية .

إن رفض فرض العدم يعد هدفاً للباحث كما سبق أن ذكرنا ، وذلك لأنه بذلك يؤيد فرضه البحثي وهو الفرض البديل .

---

(١) راجع القسم ٣-١-٢ والخاص بأنواع الاختبارات .

القبول Acceptance

ويحدث عند وقوع قيمة الإحصاء في منطقة القبول . وفي هذه الحالة يمكن تقرير أي من العبارات التالية :

(١) عدم التمكن من رفض فرض العدم .

(٢) مجموعة المشاهدات ليست معنوية إحصائياً ، وباختصار : النتيجة غير معنوية .

إن قبول الفرض لا يعنى برهاناً على صحته ، إذ قد يكون نتيجة لعدم كفاية العينة . ويوضح ذلك الأمر المثال الخاص بقرار المحكمة (القسم ٣-٢-٢) حيث أن صدور قرار باعتبار أن المتهم برئ (فرض العدم) لا يعنى برهاناً على براءته ، ولكن يعنى فقط عدم كفاية الأدلة .

المعنوية الإحصائية والمعنوية العملية

كلمة « معنوي » Significant تعنى هام أو جوهري كما توضحه العبارات التالية :

« حصل العاملين على علاوات معنوية أي جوهرية »

« حدث تغير اقتصادي معنوي في هذه المنطقة »

والمعنوية العملية Practical significance تحدد حسب طبيعة الأشياء محل البحث وتحكمها القيم السائدة في المجتمع .

أما المعنوية الإحصائية Statistical significance فهي تبنى على نظرية الاحتمالات ، وهي تعنى أن المشاهدات تعبر عن شئ غير متوقع حدوثه بالصدفه . ويقتضى التفسير الصحيح للنتائج تحديد المستوى الذي تبنى عليه المعنوية

الإحصائية ، والذي قد يكون واحداً مما يلي ، ويفضل العمل بهما معاً :

(أ) مستوى المعنوية الحقيقي Exact وتعد هذه القيمة ، كما سبق ذكره ، أفضل مؤشر عن مدى مصداقية Credibility الفرض محل الاختبار .

(ب) مستوى المعنوية الإسمي Nominal وهذا يحدد اختيارياً قبل بداية التجربة ، ويتوقف على طبيعة المشكلة وتكلفة الأخطاء المحتملة .

وعلى أي حال فإن المعنوية الإحصائية ، وكما سبق ذكره تعبر عن شئ غير متوقع حدوثه بالصدفة . على أنه يلزم وجود ضـ بط لقياس ذلك وللفصل بين ما هو محتمل Likely أو يمكن إرجاعه للصدفة وبين ما هو غير محتمل Unlikely.

بخصوص هذه المشكلة ، يوجد عرف Convention وضعه الإحصائيون ، ويعمل به منذ سنوات طويلة ، يقضي بما يلي :

(١) أي نتيجة يكون احتمالها أقل من ٠,٠٥ تعد معنوية Significant .

(٢) أي نتيجة يكون احتمالها أقل من ٠,٠١ تعد معنوية بدرجة كبيرة Highly significant .

وتلقى هذه القواعد قبولاً عاماً من الإحصائيين والباحثين ، غير إنها غير ملزمة ويمكن استخدام أي مستوى آخر يكون مناسباً للـ ـة محل الاختبار فالكثير من الباحثين يستخدمون هذه المستويات المو ـة باعتبارها قواعد جامدة دون أي محاولة لاستخدام مستويات قد تكون ا ـ ن منها . كما أن هذا التحديد أدى إلى عرض الكثير من جداول التوزيعات الإحصائية بالمراجع بصورة غير كاملة ، حيث تقتصر على عرض مستويات المعنوية ٠,٠٥ ، ٠,٠١ فقط .

في العرض السابق تم إيضاح مفهوم المعنوية الإحصائية للتفرقة بينه وبين

المعنوية العملية . ولذلك قد نواجه بحالات تكون فيها النتيجة معنوية إحصائياً غير أنها غير معنوية من الناحية العملية ، كما هو موضح في التطبيق (٣-٢) ، وبالعكس توجد حالات تكون فيها النتيجة غير معنوية إحصائياً غير أنها تكون معنوية من الناحية العملية . ومهما يكن الأمر فإن المعنوية الإحصائية ضرورة منطقية .

٣-٢-٥ خطوات الإختبار

نبين فيما يلي خطوات إختبار الفرض ، وهذه قد تم عرضها بإسهاب في الفصول السابقة ، ونعيد عرضها لتوضيح وتأكيد الترابط القائم بينها .

(١) صياغة الفرض في صورة إحصائية قابلة للإختبار ، وإعادة عرضه على هيئة فرضان ، فرض العدم (ف٠) والفرض البديل (ف١) ، وهذا الأخير يعبر عن الفرض البحثي وقد سبق إيضاح ذلك تفصيلاً في القسم (٣-١-١) .

(٢) تحديد الإختبار الإحصائي المناسب . يوجد عدد كبير من الإختبارات الإحصائية . وهذه تختلف تبعاً لعوامل معينة ، أهمها خواص المجتمع المستهدفة ، ومستويات القياس للمتغيرات ، ومدى توافر بعض الشروط ، وقد سبق إيضاح ذلك في القسم (١-٢-٣) . وبعد مراعاة هذه الأمور يستقر الباحث على مجموعة من الإختبارات المناسبة والممكن إستخدامها ، وعليه عندئذ أن يفاضل بين هذه المجموعة الأخيرة ليختار منها الإختبار الذي يتمتع بصفات جيدة يكون من المرغوب توفرها ، وقد تم إيضاحها في القسم (٣-٢-٣) .

(٣) تحديد إحصاء الإختبار . وقد تم عرضه في القسم (٣-١-٢) وهو على أي حال يتم تحديده بمجرد معرفة الإختبار المستخدم .

(٤) تحديد توزيع المعاينة لإحصاء الإختبار ، وهناك عدة طرق[1] تستخدم وأهمها الإستعانة بالنظريات الإحصائية .

(٥) تحديد طريقة المعاينة أو تصميم التجربة الأكثر ملائمة .

(٦) تحديد حجم العينة ، ويتم ذلك في ضوء العديد من العوامل والإعتبارات ، وقد تم إيضاح ذلك في القسم (١-٢-٤) في حجم العينة وكذا في القسم (٣-٢-٢) عند عرض المعالجات المنطقية لأخطاء الإختبار .

(٧) تحديد مستوى المعنوية الإسمي (م) . وقد تم توضيح ذلك في القسم (٣-٢-٢) ، حيث تم عرض أساس المفاضلة بين الأخطاء وكذا المعالجات المنطقية لها .

(٨) تحديد المنطقة الحرجة أو منطقة الرفض ، وهذا يتم إستناداً إلى إحصاء الإختبار وتوزيع المعاينة ومستوى المعنوية وما إذا كان الإختبار من جانب واحد أو من جانبين .

(٩) إجراء التجربة أو المسح وجمع البيانات بإستخدام عينة إحتمالية من المجتمع محل الإستقراء .

(١٠) حساب قيمة الإحصاء ، من واقع البيانات المشاهدة للعينة .

(١١) نتيجة الإختبار : وتحدد بموقع قيمة الإحصـ المشاهدة ، ويرفض الفرض إذا وقعت القيمة في منطقة الرفض ، ويقبل إذا و ـ ت القيمة في منطقة القبول .

(١٢) حساب مستوى المعنوية الحقيقي (ح) . وتعد هذه القيمة من

(١) لمزيد من التفاصيل ، راجع الجزء الأول ، الباب الرابع .

المؤشرات الهامة في تفسير النتيجة ، وقد تم إيضاح ذلك في القسم (٣-١-٢) في إختبار المعنوية البحتة .

(١٣) تفسير النتيجة بتحديد المعنوية الإحصائية والمعنوية العملية ، وقد تم إيضاح ذلك في القسم (٣-٢-٤) .

٣-٣ إختبار الفرض حول متوسط المجتمع

نعرض فيما يلي نموذجاً لأحد الإختبارات بإعتباره تطبيقاً وتوضحياً للإجراءات والمفاهيم المتعددة والسابق عرضها في أماكن مختلفة ، ويعد هذا الإختبار ويطلق عليه الإختبار الطبيعي Normal test من الأساليب[١] الشائعة .

٣-٣-١ خطوات الإختبار

(١) المشكلة :

إختبار الفرض بأن المتوسط الحسابي للمجتمع سَ يساوي قيمة معينة سَ .

(٢) الإفتراضات :

أ - عينة عشوائية بسيطة .

ب - مستوى القياس للمتغير فتري Interval .

جـ - تباين المجتمع معلوم .

(١) الجزء الثالث من الكتاب مخصص لعرض شامل لأساليب الإستقراء .

(٣) فرض العدم :

ف. : $\bar{س} = \bar{س}_.$

وهذا يكافئ تماماً إستخدام الصيغة $\bar{س} \geq \bar{س}_.$ أو $\bar{س} \leq \bar{س}_.$ على التوالي بالنسبة للفروض البديلة (أ) أو (ب) الموضحة أدناه .

(٤) الفرض البديل :

وهذا قد يأخذ أحد الصور التالية :

(أ) $ف_١$: $\bar{س} > \bar{س}_.$.

(ب) $ف_١$: $\bar{س} < \bar{س}_.$.

(جـ) $ف_١$: $\bar{س} \neq \bar{س}_.$.

(٥) إحصاء الإختبار

$$ص = \frac{\bar{س} - \bar{س}_.}{\sigma_{\bar{س}}} \qquad (٣-١٦)$$

حيث $\bar{س}$ هو متوسط العينة

$$\sigma_{\bar{س}} = \frac{\sigma}{\sqrt{ن}} \qquad (٣-١٧)$$

وفي حالة السحب مع الإجاع ، أو إذا كانت $\frac{ن}{ن} < ١ , ٠$.

$$\sigma_{\bar{س}} = \sqrt{\frac{\sigma^{٢}}{ن} \left(\frac{ن - ن}{ن - ١} \right)} \qquad (١٨-٣)$$

في حالة السحب بدون إرجاع

(٦) توزيع المعاينة

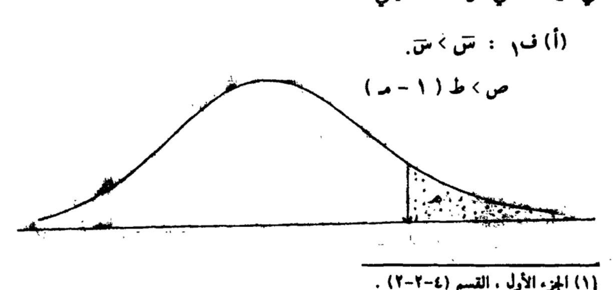
تقرر النظريات[1] الإحصائية أن $\bar{س}$ يتبع التوزيع الطبيعي بمتوسط قدره $\bar{س}$. وانحراف معياري σ $\bar{س}$. وبذلك فإن توزيع المعاينة للإحصاء ص يكون هو التوزيع الطبيعي المعياري .

(٧) قاعدة القرار

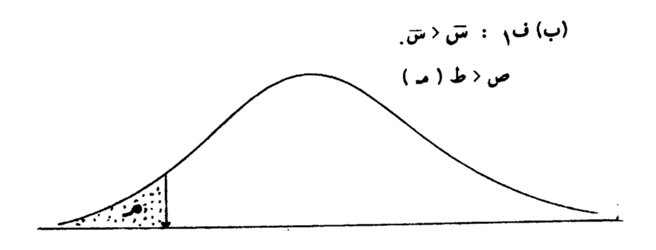
بفرض أن مستوى المعنوية (مـ) ، يقبل فرض العدم إذا وقعت قيمة ص في منطقة القبول . ويرفض فرض العدم إذا وقعت قيمة ص في منطقة الرفض ، وكما هي موضحة في كل حالة مما يلي :

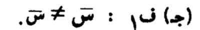
(أ) $ف_{١}$: $\bar{س} > \bar{س}$.

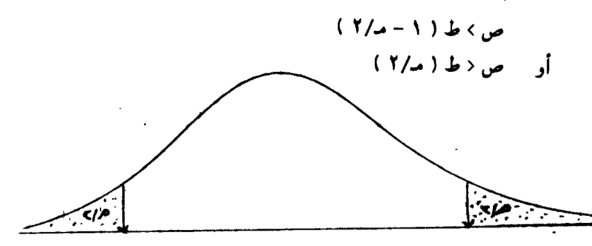
ص > ط (١ - مـ)



(١) الجزء الأول ، القسم (٤-٢-٢) .







(٨) سحب العينة

تسحب عينة عشوائية بسيطة من المجتمع .

(٩) قيمة الإحصاء

يتم حساب قيمة الإحصاء المشاهدة كما هو موضح في الخطوة (٥أ) .

(١٠) نتيجة الاختبار

وتحدد كما هو موضح في الخطوة (٧) .

تطبيق (٣-١)

يقرر المسئولين عن النواحي الصحية عن المياه في أحد المجتمعات أن الحد الأقصى المسموح به من البكتريا هو ٧٠ لكل سم٣ من المياه وتكون الحالة خطيرة إذا ما زاد المتوسط عن ٧٠ حيث يؤدى أكل الأسماك المستخرجة من هذه المنطقة إلى الأصابة بالتهاب الكبد .

في مسح صحي لأحد المجتمعات تم سحب عينة من المياه حجمها ٣٦ ووجد أن متوسط عدد البكتريا هو ٧٣ لكل سم٣ . فإذا علم أن المجتمع يتبع التوزيع الطبيعي بانحراف معياري ٥ . المطلوب اختبار الفرض بأن المياه صحية بمستوى معنوية ١ ٪ .

الحل : $ف_{.}$: $\bar{س} \leq ٧٠$ (المياه صحية)

$ف_{١}$: $\bar{س} > ٧٠$ (المياه غير صحية)

الإحصاء $س = \frac{\bar{س} - \bar{س}_{.}}{\sigma_{\bar{س}}} = \frac{٧٣ - ٧٠}{٥ / \sqrt{٣٦}} = ٣,٦$

وحيث أنه أكبر من ٢,٣٣ فإننا مرفض فرض العدم ، ونقبل الفرض البديل ، أن أن المياه غير صحية .

تطبيق (٣-٢)

إذا علم أن المعدل الطبيعي لنبضات القلب في أحد المجتمعات هو ٧٠ نبضة في الدقيقة بانحراف معياري ٥ نبضات . في فحص لعينة من ٦٤ من المرضى في إحدى المستشفيات ، تبين أن متوسطها الحسابي ٧٢ نبضة . فهل يعد النبض لهذه المجموعة طبيعي بمستوى معنوية ٠,٠٥ .

الحل :

$$ص = \frac{\bar{س} - \bar{س}_.}{\sigma / \sqrt{ن}} = \frac{٧٢ - ٧٠}{٥ / \sqrt{٦٤}} = ٣,٢$$

وبالرجوع لجدول التوزيع الطبيعي ، نجد أن مستوى المعنوية الحقيقي هو ٠,٠٠٠٧ وهو أقل من مستوى المعنوية الإسمي ٠,٠٥ وهذا يعني أن النتيجة معنوية بدرجة كبيرة .

ملحوظة : على الرغم من وجود معنوية إحصائية كبيرة ، فإنه لا توجد في الحقيقة معنوية عملية ، إذ أن معدل النبض ٧٢ يدخل في المدى الطبيعي .

تطبيق (٣-٣)

إذا كان متوسط وقت العمل الإضافي في الأسبوع في إحدى الصناعات هو ٩ ساعات . وبعد تغيير ظروف العمل في هذه الصناعة تم سحب عينة من مائة عامل ، ووجد أن متوسط الوقت الإضافي لها هو ٨ . والمطلوب اختبار الفرض بأن متوسط الوقت الإضافي لم يتغير في هذه الصناعة بمستوى معنوية ٠,٠٥ . علماً بأن الإنحراف المعياري للمجتمع هو ١٠ .

$ف_{.} : \bar{س} = ٩$

$ف_{١} : \bar{س} \neq ٩$

$$ص = \frac{\bar{س} - ٩}{\sigma / \sqrt{ن}} = \frac{٨ - ٩}{١٠ / \sqrt{١٠٠}} = - ١$$

وحيث أن ط (٠,٩٧٥) = ١,٩٦ ، ط (٠,٠٢٥) = - ١,٩٦ فإننا لا نستطيع رفض فرض العدم .

تطبيق (٣-٤)

تدعى الحكومة بأن متوسط دخل الأسرة في إحدى الطبقات هو ٢٠٠ جنيه شهرياً . بينما تدعى المؤسسات الخيرية بأن الدخل أقل من ذلك . تم سحب عينة عشوائية من ٢٢٥ أسرة وكان متوسط الدخل ١٩٠ جنيه وتباين المجتمع ٩٠٠ ، والمطلوب إجراء الاختبار بمستوى معنوية ٠,٠٥ .

$ف_{.} : \bar{س} = ٢٠٠$

$ف_{١} : \bar{س} < ٢٠٠$

$$ص = \frac{\bar{س} - ٢٠٠}{\sigma / \sqrt{ن}} = \frac{١٩٠ - ٢٠٠}{٣٠ / \sqrt{٢٢٥}} = - ٥$$

ط (٠,٠٥) = - ١,٦٤ أذن نرفض فرض العدم .

تطبيق (٣-٥)

آله أتوماتيكية لتعبئة الأدوية مصممة لملأ العبوة بكمية من الدواء قدرها ٢٠ جرام وإنحراف معياري ٣ جرام . تم سحب عينة حجمها ١٠٠ زجاجة وجد أن متوسط وزنها ١٩ جرام . فهل يعني ذلك أن الآلة تعمل بصورة سليمة ؟

الحل : التطبيق يمثل اختبار للمعنوية .

$$\text{ح} \left(\bar{\text{س}} < ١٩ \right) = \text{ح} \left(\text{ش} < \frac{١٩ - ٢٠}{٣ / \sqrt{١٠٠}} \right)$$

$$= \text{ح} \left(\text{ش} < -٣,٣٣ \right) = ١ - \text{ح} \left(\text{ش} < ٣,٣٣ \right)$$

$$= ١ - ٠,٩٩٩٥ = ٠,٠٠٠٥$$

وحيث أن هذا الاحتمال صغير جداً ، فإن القيمة المشاهدة ١٩ جرام تعد شئ نادر الحدوث وعلى ذلك نرفض الفرض بأن الآلة تعمل بصورة سليمة .

تطبيق (٣-٦)

يدعى أحد مراكز التدريب أن برنامجه الذي يطبقه على عمال أحدى المنشآت ، يؤدي إلى زيادة متوسط إنتاج العامل إلى ٥٠ وحدة بينما ترفض المنشأة ذلك الأدعاء وترى أن متوسط إنتاج العامل باق على حالة وهو ٤٠ وحدة . قام مدير الأفراد بالمنشأة بسحب عينة عشوائية من ٣٦ عاملاً ووجد أن متوسط إنتاج العامل ٤٥ وحدة والمطلوب اختبار فرض المنشأة بأن متوسط إنتاج العامل هو ٤٠ وحدة فقط ، بمستوى معنوية ٠,٠٥ . إذا علم أن الانحراف المعياري في المجتمع ١٥ وحدة .

الحل :

$ف_{.} : \bar{س} = ٥٠$

$ف_{١} : \bar{س} = ٤٠$

$$ص = \frac{\bar{س} - \bar{س}}{\sigma / \sqrt{ن}} = \frac{٤٥ - ٥٠}{١٥ / \sqrt{٣٦}} = - ٢$$

$ط\ (٠,٠٥) = - ط\ (٠,٩٥) = - ١,٦٥$

وحيث أن قيمة الإحصاء -٢ < - ١,٦٥ أي تقع في منطقة الرفض ، لذا نرفض فرض العدم ونقبل الفرض البديل .

تطبيق (٣-٧)

تقدم بعض الأطباء لنقابتهم بشكوى تفيد أن أحد الأدوية الذي يباع بالصيدليات وزنه أقل من المقرر وهو ٢٥ جرام . قامت الجهات الحكومية الصحية بسحب عينة حجمها ٣٦ عبوة من السوق ووجد أن متوسطها ٢٣ جرام . فإذا علم أن الانحراف المعياري في المجتمع هو ٤ جرام ، والمطلوب اختبار فرض الأطباء بمستوى معنوية ١ ٪

الحل :

$ف_{.} : \bar{س} = ٢٥$

$ف_{١} : \bar{س} < ٢٥$

$$ص = \frac{٢٣ - ٢٥}{٤/\sqrt{٣٦}} = - ٣$$

وحيث أن قيمة الإحصاء المشاهدة (-٣) أقل من ط (٠,٠١) = - ٢,٣٣
أذن نرفض فرض العدم - ونقبل الفرض البديل . أي أن الأطباء على حق في شكواهم .

٣-٣-٢ تحديد حجم العينة

يوجد عدد كبير من النماذج الخاصة بتحديد حجم العينة وقد سبق توضيح ذلك في الجزء الخاص بحجم العينة في القسم (١-٢-٤) . ونعرض فيما يلي نموذجاً لتحديد حجم العينة الذي يجعل احتمالات الأخطاء ثابتة ومحددة بقيم معينة يقبلها الباحث .

افتراضات النموذج :

(١) المجتمع كبير ، والمقصود بذلك هو أمكان تجاهل معامل تصحيح المجتمع المحدود .

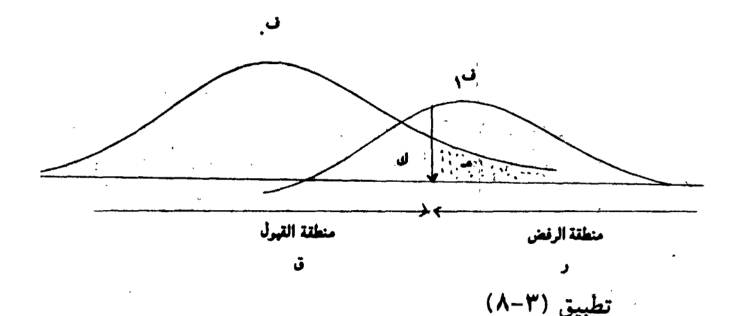
(٢) المجتمع يتبع التوزيع الطبيعي . ويمكن تجاهل هذا الشرط في الحالات التي ينتج عنها حجم عينة كبير .

(٣) تباين المجتمع معلوم .

(٤) المطلوب اختبار فرض بسيط $ف_{.}$: $\bar{س} = \bar{س}_{.}$ ضد فرض آخر بسيط $ف_{١}$: $\bar{س} = \bar{س}_{١}$ ، $\bar{س}_{١} > \bar{س}_{.}$

في هذه الحالة يحدد حجم العينة بالصيغة التالية :

$$ن = \left[\frac{\sigma \, (ط_{م} + ط_{ك})}{\bar{س}_{١} - \bar{س}_{.}} \right]^{٢} \qquad (٣-١٩)$$



تطبيق (٣-٨)

في إحدى الدراسات عن أحوال العمالة يراد اختبار الفرض بأن متوسط عدد ساعات العمل في إحدى المهن هو ٨ ساعات ضد ١ دعاء آخر (الفرض البديل) بأن المتوسط هو ٩ ساعات . والمطلوب تحديد حجم العينة الذي يجعل احتمال الخطأ من النوع الأول ٠,٠٥ واحتمال الخطأ من النوع الثاني ٠,١٠ على الترتيب . وذلك علماً بأن الانحراف المعياري في المجتمع ١,٨ .

الحل :

$$\text{ن} = \left[\frac{\sigma\,(\text{ط}_{\text{م}} + \text{ط}_{\text{ك}})}{\bar{\text{س}}_{1} - \bar{\text{س}}_{.}} \right]^{2}$$

$$= \left[\frac{\text{١,٨}\,(\text{١,٦٥} + \text{١,٢٨})}{\text{٩} - \text{٨}} \right]^{2} = \text{٢٨}$$

تطبيق (٣-٩)

يدعي البعض أن مرتب خريجي الجامعة من إحدى التخصصات يصل بعد خمس سنوات من الخبرة إلى ٢٠٠ جنيه شهرياً في المتوسط وترفض النقابة المهنية هذا الأدعاء وترى أنه في حدود ١٧٥ جنيه شهرياً . يريد أحد الباحثين اختبار الفرض $\bar{\text{س}}$ = ١٧٥ ضد الفرض البديل $\bar{\text{س}}$ = ٢٠٠ بحيث لا يتعدى احتمال الخطأ من النوع الأول ٠,٠٢ واحتمال الخطأ من النوع الثاني ٠,٠٨ كم يكون حجم العينة اللازم إذا علم أن الانحراف المعياري ٤٥ جنيه .

الحل :

$$\text{ن} = \left[\frac{\sigma\,(\text{ط}_{\text{م}} + \text{ط}_{\text{ك}})}{\bar{\text{س}}_{1} - \bar{\text{س}}_{.}} \right]^{2}$$

$$= \left[\frac{\text{٤٥}\,(\text{٢,٠٥} + \text{١,٤١})}{\text{٢٠٠} - \text{١٧٥}} \right]^{2} = \text{٣٩}$$

تطبيق (٣-١٠)

في اختبار للفرض : $\bar{س} = ١٥$ جرام ضد $\bar{س} = ١٤,٥$ المطلوب تحديد حجم العينة اللازم بحيث لا يتعدى احتمال خطأ الرفض ٠,٠١ واحتمال خطأ القبول ٠,٠٢ وذلك إذا علم أن الانحراف المعياري للمجتمع هو ٩ .

الحل :

$$ن = \left[\frac{\sigma\,(ط_{م} + ط_{ك})}{\bar{س}_{١} - \bar{س}_{.}} \right]^{٢}$$

$$= \left[\frac{٩\,(٢,٣٣ + ٢,٠٥)}{١٥ - ١٤,٥} \right]^{٢} = ٦٢١٦$$

المراجع

(1) Ackoff, R. L. et al (1962), Scientific method, optimizing applied research decisions, Iohn wiley & Sons, New york.

(2) Barnett, V. (1982), Comparative statistical inference, Johin wiley & Sons, chichester, New york.

(3) BrySon. M. C. and Heiny, R. L. (1981), Basic Inferential statistics, Prindle, weber & Schmidt, Boston.

(4) Dixon, W. J. and Massey, F. J. (1983), Introduction to statistical analysis, Mcgraw - hill book co., Auckland, London, Tokyo.

(5) Degroot. A. D. (1969), Methodology, foundations of inference and research in the behavioral sciences, Mouton - the Hague - Paris.

(6) Guenther, W. C. (1973), Concepts of statistical inference, Mcgraw - hill book Co., New york.

(7) Goon, A. M. et al (1983), Fundamentals of statistics, The world press private ltd., calcutta.

(8) Harshbarger, T. R. (1977), Introductory statistics, A Decision map, Macmillan publishing co., Inc., New york.

(9) Kahane, H (1971), Logic and Contemporary Rhetoric: The use of reason in everyday life, wadswarth publishing Co., Belmont, california.

(10) Kendall, M. G & Stuart, A. (1979), The advanced theory of Statistics, Vol. II, Statistical inference, Griffin, London.

(11) Huntsberger, D.V and Rillingsley, p. (1977), Elements of statistical inference, Allyn and Bacon, Inc., Boston, London.

(12) Lehmann, E. L. (1959), Testing statistical hypotheses, John wiley & Sons, Inc., New york.

(13) Langley, R. (1979), Practical statistics, Pan books, London, Sydney.

(14) Levy, S. G. (1968), Inferential statistics for the behavioral sciences, Holt, Rinehart and winston, Inc., New york.

(15) Larson, H. J. (1982), Introduction to Probability theory and statistical inference, John wiley & Sons, New york.

(16) Melsa, J. L. and cohn, D. L. (1978), Decision and estimation theory, Mcgraw - hill, Inc., Tokyo.

(17) Pratt, J. W. and Gibbons, J. D. (1981), Concepts of Nonparametric theory, springer - verlag, New york, Berlin.

(18) Mood, A. M. et al (1974), Introduction to the theory of statistics, Mcgraw hill, Inc., Auckland, London, Tokyo.

(19) Rao, C. R. (1973), Linear statistical Inference and its applications, wiley eastern private limited, New Delhi.

(20) Saxina, H. C. and surendran, P. U. (1967), statistical Inference, S. chand & Co., Delhi, New Delhi.

(21) Savage, L. J. (1962), The foundations of statistical inference, Methuen, co. ltd., London, New york.

(22) Searles, H. L. (1968), Logic and scientific methods, the Ronald Press co. New york.

(23) Silvey, S.D. (1975), statistical inference, chapman and Hall, London, New york.

التوزيع الطبيعى المعيارى

Standard normal distribution

الجدول يعرض المساحة (ح) الموضحة بالجزء المظلل أى أن

ح [ط ≥ ط (ح)] = ح

ويعرض الجدول الإحداثى (ا) عند

قيمة المتغير ط

العلامة العشرية لم توضع ، ويراعى قسمة القيم على ١٠٠٠٠

ط	ح	ا	ط	ح	ا
,٠٠	٥٠٠٠	٣٩٨٩	٠,١٦	٥٦٣٦	٣٩٣٩
٠,٠١	٥٠٤٠	٣٩٨٩	٠,١٧	٥٦٧٥	٣٩٣٢
٠,٠٢	٥٠٨٠	٣٩٨٩	٠,١٨	٥٧١٤	٣٩٢٥
٠,٠٣	٥١٢٠	٣٩٨٨	٠,١٩	٥٧٥٣	٣٩١٨
٠,٠٤	٥١٦٠	٣٩٨٦	٠,٢٠	٥٧٩٣	٣٩١٠
٠,٠٥	٥١٩٩	٣٩٨٤	٠,٢١	٥٨٣٢	٣٩٠٢
٠,٠٦	٥٢٣٩	٣٩٨٢	٠,٢٢	٥٨٧١	٣٨٩٤
٠,٠٧	٥٢٧٩	٣٩٨٠	٠,٢٣	٥٩١٠	٣٨٨٥
٠,٠٨	٥٣١٩	٣٩٧٧	٠,٢٤	٥٩٤٨	٣٨٧٦
٠,٠٩	٥٣٥٩	٣٩٧٣	٠,٢٥	٥٩٨٧	٣٨٦٧
٠,١٠	٥٣٩٨	٣٩٧٠	٠,٢٦	٦٠٢٦	٣٨٥٧
٠,١١	٥٤٣٨	٣٩٦٥	٠,٢٧	٦٠٦٤	٣٨٤٧
٠,١٢	٥٤٧٨	٣٩٦١	٠,٢٨	٦١٠٣	٣٨٣٦
٠,١٣	٥٥١٧	٣٩٥٦	٠,٢٩	٦١٤١	٣٨٢٥
٠,١٤	٥٥٥٧	٣٩٥١	٠,٣٠	٦١٧٩	٣٨١٤
٠,١٥	٥٥٩٦	٣٩٤٥	٠,٣١	٦٢١٧	٣٨٠٢

التوزيع الطبيعى المعيارى

ط	ح	ا	ط	ح	ا
٠,٣٢	٦٢٥٥	٣٧٩٠	٠,٥٤	٧٠٥٤	٣٤٤٨
٠,٣٣	٦٢٩٣	٣٧٧٨	٠,٥٥	٧٠٨٨	٣٤٢٩
٠,٣٤	٦٣٣١	٣٧٦٥	٠,٥٦	٧١٢٣	٣٤١٠
٠,٣٥	٦٣٦٨	٣٧٥٢	٠,٥٧	٧١٥٧	٣٣٩١
٠,٣٦	٦٤٠٦	٣٧٣٩	٠,٥٨	٧١٩٠	٣٣٧٢
٠,٣٧	٦٤٤٣	٣٧٢٥	٠,٥٩	٧٢٢٤	٣٣٥٢
٠,٣٨	٦٤٨٠	٣٧١٢	٠,٦٠	٧٢٥٧	٣٣٣٢
٠,٣٩	٦٥١٧	٣٦٩٧	٠,٦١	٧٢٩١	٣٣١٢
٠,٤٠	٦٥٥٤	٣٦٨٣	٠,٦٢	٧٣٢٤	٣٢٩٢
٠,٤١	٦٥٩١	٣٦٦٨	٠,٦٣	٧٣٥٧	٣٢٧١
٠,٤٢	٦٦٢٨	٣٦٥٣	٠,٦٤	٧٣٨٩	٣٢٥١
٠,٤٣	٦٦٦٤	٣٦٣٧	٠,٦٥	٧٤٢٢	٣٢٣٠
٠,٤٤	٦٧٠٠	٣٦٢١	٠,٦٦	٧٤٥٤	٣٢٠٩
٠,٤٥	٦٧٣٦	٣٦٠٥	٠,٦٧	٧٤٨٦	٣١٨٧
٠,٤٦	٦٧٧٢	٣٥٨٩	٠,٦٨	٧٥١٧	٣١٦٦
٠,٤٧	٦٨٠٨	٣٥٧٢	٠,٦٩	٧٥٤٩	٣١٤٤
٠,٤٨	٦٨٤٤	٣٥٥٥	٠,٧٠	٧٥٨٠	٣١٢٣
٠,٤٩	٦٨٧٩	٣٥٣٨	٠,٧١	٧٦١١	٣١٠١
٠,٥٠	٦٩١٥	٣٥٢١	٠,٧٢	٧٦٤٢	٣٠٧٩
٠,٥١	٦٩٥٠	٣٥٠٣	٠,٧٣	٧٦٧٣	٣٠٥٦
٠,٥٢	٦٩٨٥	٣٤٨٥	٠,٧٤	٧٧٠٤	٣٠٣٤
٠,٥٣	٧٠١٩	٣٤٦٧	٠,٧٥	٧٧٣٤	٣٠١١

التوزيع الطبيعى المعيارى

ط	ح	ا	ط	ح	ا
٠,٧٦	٧٧٦٤	٢٩٨٩	٠,٩٨	٨٣٦٥	٢٤٦٨
٧٧	٧٧٩٤	٢٩٦٦	,٩٩	٨٣٨٩	٢٤٤٤
٧٨	٧٨٢٣	٢٩٤٣	١,٠٠	٨٤١٣	٢٤٢٠
٧٩	٧٨٥٢	٢٩٢٠	١,٠١	٨٤٣٨	٢٣٩٦
٨٠	٧٨٨١	٢٨٩٧	١,٠٢	٨٤٦١	٢٣٧١
٨١	٧٩١٠	٢٨٧٤	١,٠٣	٨٤٨٥	٢٣٤٧
٨٢	٧٩٣٩	٢٨٥٠	١,٠٤	٨٥٠٨	٢٣٢٣
٨٣	٧٩٦٧	٢٨٢٧	١,٠٥	٨٥٣١	٢٢٩٩
٨٤	٧٩٩٥	٢٨٠٣	١,٠٦	٨٥٥٤	٢٢٧٥
٨٥	٨٠٢٣	٢٧٨٠	١,٠٧	٨٥٧٧	٢٢٥١
٨٦	٨٠٥١	٢٧٥٦	١,٠٨	٨٥٩٩	٢٢٢٧
٨٧	٨٠٧٨	٢٧٣٢	١,٠٩	٨٦٢١	٢٢٠٣
٨٨	٨١٠٦	٢٧٠٩	١,١٠	٨٦٤٣	٢١٧٩
٨٩	٨١٣٣	٢٦٨٥	١١	٨٦٦٥	٢١٥٥
٩٠	٨١٥٩	٢٦٦١	١٢	٨٦٨٦	٢١٣١
٩١	٨١٨٦	٢٦٣٧	١٣	٨٧٠٨	٢١٠٧
٩٢	٨٢١٢	٢٦١٣	١٤	٨٧٢٩	٢٠٨٣
٩٣	٨٢٣٨	٢٥٨٩	١٥	٨٧٤٩	٢٠٥٩
٩٤	٨٢٦٤	٢٥٦٥	١٦	٨٧٧٠	٢٠٣٦
٩٥	٨٢٨٩	٢٥٤١	١٧	٨٧٩٠	٢٠١٢
٩٦	٨٣١٥	٢٥١٦	١٨	٨٨١٠	١٩٨٩
٠,٩٧	٨٣٤٠	٢٤٩٢	١,١٩	٨٨٣٠	١٩٦٥

التوزيع الطبيعى المعيارى

ط	ح	ا	ط	ح	ا
١,٢٠	٨٨٤٩	١٩٤٢	١,٤٢	٩٢٢٢	١٤٥٦
٢١	٨٨٦٩	١٩١٩	٤٣	٩٢٣٦	١٤٣٥
٢٢	٨٨٨٨	١٨٩٥	٤٤	٩٢٥١	١٤١٥
٢٣	٨٩٠٧	١٨٧٢	٤٥	٩٢٦٥	١٣٩٤
٢٤	٨٩٢٥	١٨٤٩	٤٦	٩٢٧٩	١٣٧٤
٢٥	٨٩٤٤	١٨٢٦	٤٧	٩٢٩٢	١٣٥٤
٢٦	٨٩٦٢	١٨٠٤	٤٨	٩٣٠٦	١٣٣٤
٢٧	٨٩٨٠	١٧٨١	٤٩	٩٣١٩	١٣١٥
٢٨	٨٩٩٧	١٧٥٨	٥٠	٩٣٣٢	١٢٩٥
٢٩	٩٠١٥	١٧٣٦	٥١	٩٣٤٥	١٢٧٦
٣٠	٩٠٣٢	١٧١٤	٥٢	٩٣٥٧	١٢٥٧
٣١	٩٠٤٩	١٦٩١	٥٣	٩٣٧٠	١٢٣٨
٣٢	٩٠٦٦	١٦٦٩	٥٤	٩٣٨٢	١٢١٩
٣٣	٩٠٨٢	١٦٤٧	٥٥	٩٣٩٤	١٢٠٠
٣٤	٩٠٩٩	١٦٢٦	٥٦	٩٤٠٦	١١٨٢
٣٥	٩١١٥	١٦٠٤	٥٧	٩٤١٨	١١٦٣
٣٦	٩١٣١	١٥٨٢	٥٨	٩٤٢٩	١١٤٥
٣٧	٩١٤٧	١٥٦١	٥٩	٩٤٤١	١١٢٧
٣٨	٩١٦٢	١٥٣٩	٦٠	٩٤٥٢	١١٠٩
٣٩	٩١٧٧	١٥١٨	٦١	٩٤٦٣	١٠٩٢
٤٠	٩١٩٢	١٤٩٧	٦٢	٩٤٧٤	١٠٧٤
١,٤١	٩٢٠٧	١٤٧٦	١,٦٣	٩٤٨٤	١٠٥٧

التوزيع الطبيعي المعياري

ط	ح	ا	ط	ح	ا
١,٦٤	٩٤٩٥	١٠٤٠	١,٨٦	٩٦٨٦	٠٧٠٧
٦٥	٩٥٠٥	١٠٢٣	٨٧	٩٦٩٣	٠٦٩٤
٦٦	٩٥١٥	١٠٠٦	٨٨	٩٦٩٩	٠٦٨١
٦٧	٩٥٢٥	٠٩٨٩	٨٩	٩٧٠٦	٠٦٦٩
٦٨	٩٥٣٥	٠٩٧٣	٩٠	٩٧١٣	٠٦٥٦
٦٩	٩٥٤٥	٠٩٥٧	٩١	٩٧١٩	٠٦٤٤
٧٠	٩٥٥٤	٠٩٤٠	٩٢	٩٧٢٦	٠٦٣٢
٧١	٩٥٦٤	٠٩٢٥	٩٣	٩٧٣٢	٠٦٢٠
٧٢	٩٥٧٣	٠٩٠٩	٩٤	٩٧٣٨	٠٦٠٨
٧٣	٩٥٨٢	٠٨٩٣	٩٥	٩٧٤٤	٠٥٩٦
٧٤	٩٥٩١	٠٨٧٨	٩٦	٩٧٥٠	٠٥٨٤
٧٥	٩٥٩٩	٠٨٦٣	٩٧	٩٧٥٦	٠٥٧٣
٧٦	٩٦٠٨	٠٨٤٨	٩٨	٩٧٦١	٠٥٦٢
٧٧	٩٦١٦	٠٨٣٣	٩٩	٩٧٦٧	٠٥٥١
٧٨	٩٦٢٥	٠٨١٨	٢,٠٠	٩٧٧٢	٠٥٤٠
٧٩	٩٦٣٣	٠٨٠٤	٢,٠١	٩٧٧٨	٠٥٢٩
٨٠	٩٦٤١	٠٧٩٠	٢,٠٢	٩٧٨٣	٠٥١٩
٨١	٩٦٤٩	٠٧٧٥	٢,٠٣	٩٧٨٨	٠٥٠٨
٨٢	٩٦٥٦	٠٧٦١	٢,٠٤	٩٧٩٣	٠٤٩٨
٨٣	٩٦٦٤	٠٧٤٨	٢,٠٥	٩٧٩٨	٠٤٨٨
٨٤	٩٦٧١	٠٧٣٤	٢,٠٦	٩٨٠٣	٠٤٧٨
١,٨٥	٩٦٧٨	٠٧٢١	٢,٠٧	٩٨٠٨	٠٤٦٨

التوزيع الطبيعي المعياري

ط	ح	ا	ط	ح	ا
٢,٠٨	٩٨١٢	٠٤٥٩	٢,٣٠	٩٨٩٣	٠٢٨٣
٩	٩٨١٧	٠٤٤٩	٣١	٩٨٩٦	٠٢٧٧
١٠	٩٨٢١	٠٤٤٠	٣٢	٩٨٩٨	٠٢٧٠
١١	٩٨٢٦	٠٤٣١	٣٣	٩٩٠١	٠٢٦٤
١٢	٩٨٣٠	٠٤٢٢	٣٤	٩٩٠٤	٠٢٥٨
١٣	٩٨٣٤	٠٤١٣	٣٥	٩٩٠٦	٠٢٥٢
١٤	٩٨٣٨	٠٤٠٤	٣٦	٩٩٠٩	٠٢٤٦
١٥	٩٨٤٢	٠٣٩٦	٣٧	٩٩١١	٠٢٤١
١٦	٩٨٤٦	٠٣٨٧	٣٨	٩٩١٣	٠٢٣٥
١٧	٩٨٥٠	٠٣٧٩	٣٩	٩٩١٦	٠٢٢٩
١٨	٩٨٥٤	٠٣٧١	٤٠	٩٩١٨	٠٢٢٤
١٩	٩٨٥٧	٠٣٦٣	٤١	٩٩٢٠	٠٢١٩
٢٠	٩٨٦١	٠٣٥٥	٤٢	٩٩٢٢	٠٢١٣
٢١	٩٨٦٤	٠٣٤٧	٤٣	٩٩٢٥	٠٢٠٨
٢٢	٩٨٦٨	٠٣٣٩	٤٤	٩٩٢٧	٠٢٠٣
٢٣	٩٨٧١	٠٣٣٢	٤٥	٩٩٢٩	٠١٩٨
٢٤	٩٨٧٥	٠٣٢٥	٤٦	٩٩٣١	٠١٩٤
٢٥	٩٨٧٨	٠٣١٧	٤٧	٩٩٣٢	٠١٨٩
٢٦	٩٨٨١	٠٣١٠	٤٨	٩٩٣٤	٠١٨٤
٢٧	٩٨٨٤	٠٣٠٣	٤٩	٩٩٣٦	٠١٨٠
٢٨	٩٨٨٧	٠٢٩٧	٥٠	٩٩٣٨	٠١٧٥
٢,٢٩	٩٨٩٠	٠٢٩٠	٢,٥١	٩٩٤٠	٠١٧١

التوزيع الطبيعى المعيارى

ط	ح	ا	ط	ح	ا
٢,٥٢	٩٩٤١	٠١٦٧	٢,٧٤	٩٩٦٩	٠٠٩٣
٥٣	٩٩٤٣	٠١٦٣	٧٥	٩٩٧٠	٠٠٩١
٥٤	٩٩٤٥	٠١٥٨	٧٦	٩٩٧١	٠٠٨٨
٥٥	٩٩٤٦	٠١٥٤	٧٧	٩٩٧٢	٠٠٨٦
٥٦	٩٩٤٨	٠١٥١	٧٨	٩٩٧٣	٠٠٨٤
٥٧	٩٩٤٩	٠١٤٧	٧٩	٩٩٧٤	٠٠٨١
٥٨	٩٩٥١	٠١٤٣	٨٠	٩٩٧٤	٠٠٧٩
٥٩	٩٩٥٢	٠١٣٩	٨١	٩٩٧٥	٠٠٧٧
٦٠	٩٩٥٣	٠١٣٦	٨٢	٩٩٧٦	٠٠٧٥
٦١	٩٩٥٥	٠١٣٢	٨٣	٩٩٧٧	٠٠٧٣
٦٢	٩٩٥٦	٠١٢٩	٨٤	٩٩٧٧	٠٠٧١
٦٣	٩٩٥٧	٠١٢٦	٨٥	٩٩٧٨	٠٠٦٩
٦٤	٩٩٥٩	٠١٢٢	٨٦	٩٩٧٩	٠٠٦٧
٦٥	٩٩٦٠	٠١١٩	٨٧	٩٩٧٩	٠٠٦٥
٦٦	٩٩٦١	٠١١٦	٨٨	٩٩٨٠	٠٠٦٣
٦٧	٩٩٦٢	٠١١٣	٨٩	٩٩٨١	٠٠٦١
٦٨	٩٩٦٣	٠١١٠	٩٠	٩٩٨١	٠٠٦٠
٦٩	٩٩٦٤	٠١٠٧	٩١	٩٩٨٢	٠٠٥٨
٧٠	٩٩٦٥	٠١٠٤	٩٢	٩٩٨٢	٠٠٥٦
٧١	٩٩٦٦	٠١٠١	٩٣	٩٩٨٣	٠٠٥٥
٧٢	٩٩٦٧	٠٠٩٩	٩٤	٩٩٨٤	٠٠٥٣
٢,٧٣	٩٩٦٨	٠٠٩٦	٢,٩٥	٩٩٨٤	٠٠٥١

التوزيع الطبيعى المعيارى

ط	ح	ا	ط	ح	ا
٢,٩٦	٩٩٨٥	٠٠٥٠	٣,١٨	٩٩٩٣	٠٠٢٥
٩٧	٩٩٨٥	٠٠٤٨	٣,١٩	٩٩٩٣	٠٠٢٥
٩٨	٩٩٨٦	٠٠٤٧	٣,٢٠	٩٩٩٣	٠٠٢٤
٩٩	٩٩٨٦	٠٠٤٦	٣,٣٠	٩٩٩٥	٠٠١٧
٣,٠٠	٩٩٨٧	٠٠٤٤	٣,٤٠	٩٩٩٧	٠٠١٢
٣,٠١	٩٩٨٧	٠٠٤٣	٣,٥٠	٩٩٩٨	٠٠٠٩
٢	٩٩٨٧	٠٠٤٢	٣,٦٠	٩٩٩٨	٠٠٠٦
٣	٩٩٨٨	٠٠٤٠	٣,٧٠	٩٩٩٩	٠٠٠٤
٤	٩٩٨٨	٠٠٣٩			
٥	٩٩٨٩	٠٠٣٨			
٦	٩٩٨٩	٠٠٣٧			
٧	٩٩٨٩	٠٠٣٦			
٨	٩٩٩٠	٠٠٣٥			
٩	٩٩٩٠	٠٠٣٤			
١٠	٩٩٩٠	٠٠٣٣			
١١	٩٩٩١	٠٠٣٢			
١٢	٩٩٩١	٠٠٣١			
١٣	٩٩٩١	٠٠٣٠			
١٤	٩٩٩٢	٠٠٢٩			
١٥	٩٩٩٢	٠٠٢٨			
١٦	٩٩٩٢	٠٠٢٧			
٣,١٧	٩٩٩٢	٠٠٢٦			

رقم الإيداع : ٢٩٣٦/ ١٩٩١ م

المؤسسة العصرية للنشر والترجمة

العجوزة - الجيزة - ت : ٣٤٤١١٧٠

المؤلف

د . مصطفى أحمد عبد الرحيم زايد

المؤهلات

---

١ دكتوراه في الإحصاء " بحوث عمليات " ١٩٨١ .
٢ ماجستير فى الإحصاء ١٩٧٤ .
٣ دبلوم الدراسات العليا فى الإحصاء ١٩٧٠ .
٤ دبلوم الدراسات العليا فى التكاليف ١٩٦٨ .
٥ دبلوم الدراسات العليافى المحاسبه والمراجعه ١٩٦٦ .
٦ بكالوريوس تجاره " محاسبه " ١٩٦١ .

الأعمال الحاليه

---

١ إستشارى .
٢ تأليف الكتب العلميه .
٣ التدريس بالجامعه .

الأعمال السابقه

---

١ تدريس البرمجه الرياضيه وبحوث العمليات بجامعة بغداد .
٢ تدريس بحوث العمليات بالجامعه المستنصريه .
٣ تدريس الإحصاء بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلاميه .
٤ تدريس الإحصاء وعلوم الكمبيوتر بجامعة القاهره .
٥ تدريس الإحصاء بالمعهد العالى للخدمه الإجتماعيه بكفر الشيخ .
٦ تدريس الإحصاء بالمركز العربى للدراسات الأمنيه والتدريب .
٧ مدير مالى " شركة النيل للملابس ش.م.م "
٨ شركة وولتكس ش.م.م ، أعمال الحسابات والمراجعه والتكاليف والميزانيه والتخطيط والمتابعه ومراقبة المخزون .
٩ الإشراف على حسابات النقابه العامه للغزل والنسيج .

كتب للمؤلف

١ OPERATIONS RESEARCH ,BAGHDAD UNIVERSITY,1975

٢ الإحصاء والبحث التاريخي , ١٩٨٧

٣ الإحصاء ووصف البيانات ج ١ .وصف متغير وحيد.

٤ الإحصاء ووصف البيانات ج ٢ . وصف العلاقة بين متغيرين .

٥ الإحصاء والإستقراء ج ١ ، أسس الاستقراء، ١٩٩٠

٦ الإحصاء والإستقراء ج ٢ ، منطق الاستقراء ، ١٩٩١

٧ الإحصاء والإستقراء ج ٣ ، أساليب الاستقراء ، ١٩٩٢

٨ الجداول الإحصائيه ، ١٩٨٧

٩ عالم الكمبيوتر ، ١٩٩٤

المؤسسة المصرية للنشر والترجمة

العجوزة - الجيزة - ت ٣٤٤١١٧٠